

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

Структурное подразделение «Металлургии цветных металлов»

УТВЕРЖДЕНА:

на заседании кафедры металлургии цветных металлов

Протокол №9 от 14 февраля 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«МЕТАЛЛУРГИЯ РЕДКИХ МЕТАЛЛОВ»

Направление: 22.03.02 Металлургия

Металлургия цветных, редких и благородных металлов

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: заочная

Документ подписан простой электронной подписью Составитель программы: Бельский Сергей Сергеевич Дата подписания: 19.06.2025

Документ подписан простой электронной подписью Утвердил и согласовал: Немчинова Нина Владимировна Дата подписания: 19.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Металлургия редких металлов» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКС-5 Способность осуществлять, анализировать и корректировать технологические процессы получения металлов	ПКС-5.3
ПКС-7 Готовность использовать физико-математический аппарат и проводить расчеты для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности	ПКС-7.6

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКС-5.3	Демонстрирует способность осуществлять и корректировать технологические процессы переработки руд редких металлов (содержащих вольфрам, молибден, титан, цирконий, гафний)	Знать основные параметры, оказывающие влияние на эффективность металлургических процессов переработки руд редких металлов и диапазоны их оптимальных значений Уметь применять полученные знания об условиях протекания технологических процессов переработки руд редких металлов для обеспечения правильного ведения технологического процесса Владеть навыками корректировки технологических процессов получения редких металлов в случаях нарушения технологии производства
ПКС-7.6	Осуществляет расчеты технических и технологических параметров процессов получения редких металлов	Знать математические приемы для расчета рационального состава шихты, содержащей редкие металлы, для ее плавки; как составлять материальный баланс в металлургии редких металлов Уметь проводить расчеты материального баланса процессов переработки руд редких металлов с использованием математического аппарата Владеть навыками использования основных методов математического аппарата при выполнении металлургических расчетов в

		металлургии редких металлов (балансов, процессов, рациональных составов и т.п.)
--	--	--

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Металлургия редких металлов» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Обогащение руд цветных металлов», «Металлургическая теплотехника», «Теория электрометаллургических процессов», «Теория гидрометаллургических процессов», «Теория пирометаллургических процессов»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Производственная практика: преддипломная практика»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 5 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)		
	Всего	Учебный год № 4	Учебный год № 5
Общая трудоемкость дисциплины	180	36	144
Аудиторные занятия, в том числе:	22	2	20
лекции	8	2	6
лабораторные работы	8	0	8
практические/семинарские занятия	6	0	6
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	149	34	115
Трудоемкость промежуточной аттестации	9	0	9
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	, Экзамен, Курсовая работа		Экзамен, Курсовая работа

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Учебный год № 4

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)		№	Кол. Час.	
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Введение Общие вопросы металлургии	1	2					1	34	Устный опрос

	редких металлов								
	Промежуточная аттестация								
	Всего		2						34

Учебный год № 5

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)		№	Кол. Час.	
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Общие вопросы металлургии редких металлов							3, 7	26	Реферат, Устный опрос, Тест
2	Технология переработки руд тугоплавких металлов. Технология переработки руд цветных металлов с целью получения рассеянных редких металлов	2	2	1	8	1	6	1, 2, 4, 5, 6, 7	52	Отчет по лабораторной работе, Устный опрос
3	Технология получения редкоземельных редких металлов	3	2					7	23	Устный опрос
4	Технология получения радиоактивных редких металлов	4	1					1, 7	14	Тест, Устный опрос
	Промежуточная аттестация								9	Экзамен, Курсовая работа
	Всего		5		8		6		124	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Учебный год № 4

№	Тема	Краткое содержание
1	Введение Общие вопросы металлургии редких металлов	Роль редких металлов в современной технике достаточно велика. Редкие металлы в большой степени определяют развитие таких важных областей, как электровакуумная техника, полупроводниковая электроника, атомная энергетика, авиа- и ракетостроение, а также производство специальных сталей, твердых, жаропрочных и антикоррозионных сплавов.

Учебный год № 5

№	Тема	Краткое содержание
1	Общие вопросы	В настоящее время металлургическая

	металлургии редких металлов	промышленность производит 71 металл, из них 41 относится к группе редких, исходя из вышеизложенного можно сделать вывод о том, насколько велика роль редких металлов в современной промышленности. Основными особенностями технологии редких металлов являются: бедность и сложность по составу рудного сырья; комплексные руды (W-Mo, Ti-Ta-Nb-P.З., Mo-Re и др.); высокие требования к чистоте получаемого металла; различие масштабов производства; высокая стоимость металла; широкое использование всех современных разнообразных химико-технологических и металлургических методов
2	Технология переработки руд тугоплавких металлов. Технология переработки руд цветных металлов с целью получения рассеянных редких металлов	Вольфрам открыт в 1781 г. шведским химиком К.Б. Шееле при разложении кислотой минерала «тунгстена» (тяжелый камень), впоследствии названного шеелитом. Молибден был открыт в 1778 году шведским химиком Карлом Шееле - получен оксид MoO ₃ . В 1782 г. П. Гьельм впервые получил молибден в металлическом состоянии, но загрязненный углеродом и карбидом молибдена. Чистый молибден в 1817 году был получен Й. Берцелиусом. Рассеянные металлы обычно входят в кристаллические решетки минералов, образованных более распространенными металлами. Объясняется это тем, что ионы рассеянных металлов близки по размерам к ионам более распространенных
3	Технология получения редкоземельных редких металлов	К группе редкоземельных элементов (РЗЭ) относится семейство из 14 элементов с порядковыми номерами от 58 (церий) до 71 (лютеций), расположенных в VI периоде системы Д.И. Менделеева за лантаном и сходных с ним по свойствам. Поэтому обычно в эту группу включают и лантан, а элементы называют лантаноидами (т.е. подобные лантану). Кроме того, к лантаноидам примыкают химические аналоги лантана – элементы третьей группы скандий и иттрий. По физико-химическим свойствам лантаноиды сходны между собой. Лантаноиды (редкоземельные) элементы подразделяются на две подгруппы: цериевую [(La), Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu] и иттриевую [Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, (Y)]. Это деление сначала основывалось на различии в растворимости двойных сульфатов, образуемых лантаноидами с сульфатами натрия или калия. В последующем была установлена периодичность в изменении некоторых свойств внутри семейства лантаноидов, соответствующая их разделению на две группы

4	Технология получения радиоактивных редких металлов	Элемент торий был открыт в 1828 г. Берцелиусом в минерале, найденном в Норвегии и позже названным торитом (ThSiO ₄). Элемент назван по имени бога грома в скандинавской мифологии – Тора. Чистый торий был получен только в 1934 г. ван Аркемелем термической диссоциацией иодида тория. Радиоактивность тория была обнаружена в 1896 г. Кюри. Уран был открыт в 1789 г. Клапротом в урановой смолке (U ₃ O ₈). Более 40 лет после открытия за металлический уран принимали его диоксид. Только в 1841 г. Пелиго был получен металлический уран восстановлением его хлорида калием. Радиоактивность минералов урана была открыта в 1896 г. Беккерелем. В 1898 г. Мария и Пьер Кюри открыли радий в урановых рудах.
---	--	---

4.3 Перечень лабораторных работ

Учебный год № 5

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Переработка вольфрамитового концентрата с целью получения триоксида вольфрама	8

4.4 Перечень практических занятий

Учебный год № 5

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Переработка вольфрамитового концентрата с целью получения триоксида вольфрама	6

4.5 Самостоятельная работа

Учебный год № 4

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Проработка разделов теоретического материала	34

Учебный год № 5

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Выполнение тренировочных и обучающих тестов	4
2	Написание курсового проекта (работы)	10
3	Написание реферата	8
4	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	10

5	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	8
6	Подготовка к сдаче и защите отчетов	10
7	Проработка разделов теоретического материала	65

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Дискуссия

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по курсовому проектированию/работе:

Металлургия редких металлов : методические указания для курсовой работы: по направлению подготовки "Металлургия": по дисциплине "Металлургия редких металлов" / Иркут. нац. исслед. техн. ун-т, 2017. - 23.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Металлургия редких металлов : методические указания для практической работы: по направлению подготовки "Металлургия": по дисциплине "Металлургия редких металлов" / Иркут. нац. исслед. техн. ун-т, 2017. - 18.

5.1.3 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

Металлургия редких металлов : методические указания для лабораторных работ: по направлению подготовки "Металлургия": по дисциплине "Металлургия редких металлов" / Иркут. нац. исслед. техн. ун-т, 2017. - 20.

5.1.4 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Металлургия редких металлов : методические указания для самостоятельной работы: по направлению подготовки "Металлургия": по дисциплине "Металлургия редких металлов": (заочная форма обучения) / Иркут. нац. исслед. техн. ун-т, 2017. - 17.

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 учебный год 4 | Устный опрос

Описание процедуры.

В методических указаниях (п.5.1) приведены темы для самостоятельного изучения разделов курса и рекомендуемая литература. Изучать материал рекомендуется по главам учебника (учебного пособия) непосредственно перед лекцией по данной теме. Следует прочитать весь материал темы, не затронутый на лекции. На лекции по теме, указанной для самостоятельного изучения, преподаватель проводит устный опрос (выборочно из обучающихся).

Вопросы для контроля (на примере темы «Технология получения редкоземельных редких металлов»):

1. Извлечение скандия при переработке уран-ториевых руд, титаномагнетитовых

концентратов.

2. Получение металлического скандия.
3. Переработка монацитовых концентратов сернокислотным способом.
4. Переработка монацитовых концентратов щелочным способом.
5. Методы разделения редкоземельных элементов.
6. Исходные соединения для производства редкоземельных металлов.
7. Электролитический способ получения редкоземельных металлов.
8. Металлотермические методы получения лантаноидов.

Критерии оценивания.

Активное участие обучающегося при устном опросе на лекционных занятиях

6.1.2 учебный год 5 | Устный опрос

Описание процедуры.

В методических указаниях (п.5.1) приведены темы для самостоятельного изучения разделов курса и рекомендуемая литература. Изучать материал рекомендуется по главам учебника (учебного пособия) непосредственно перед лекцией по данной теме. Следует прочитать весь материал темы, не затронутый на лекции. На лекции по теме, указанной для самостоятельного изучения, преподаватель проводит устный опрос (выборочно из обучающихся).

Вопросы для контроля (на примере темы «Технология получения редкоземельных редких металлов»):

1. Извлечение скандия при переработке уран-ториевых руд, титаномагнетитовых концентратов.
2. Получение металлического скандия.
3. Переработка монацитовых концентратов сернокислотным способом.
4. Переработка монацитовых концентратов щелочным способом.
5. Методы разделения редкоземельных элементов.
6. Исходные соединения для производства редкоземельных металлов.
7. Электролитический способ получения редкоземельных металлов.
8. Металлотермические методы получения лантаноидов.

Критерии оценивания.

Активное участие обучающегося при устном опросе на лекционных занятиях

6.1.3 учебный год 5 | Тест

Описание процедуры.

При подготовке к тестированию самостоятельно изучить теоретический материал с помощью основной и дополнительной литературы и информационных ресурсов и прочитать конспект лекционного материала.

Пример теста (по теме «Общие вопросы металлургии редких металлов»):

Вариант

1. Какая из групп по технической классификации не относится к редким металлам:
А) легкие;
Б) тяжелые;
В) тугоплавкие.
2. Среднее содержание вольфрама в земной коре составляет:
А) 10-3 % (по массе);

- Б) 10-4 % (по массе);
В) 10-5 % (по массе);
3. Наиболее распространенным и промышленно важным минералом молибдена является:
А) повеллит CaMoO_4 ;
Б) молибденит MoS_2 ;
В) вольфенит PbMoO_4 .
4. К какой группе редких металлов относится рений:
А) легкие редкие металлы;
Б) тугоплавкие редкие металлы;
В) радиоактивные редкие металлы.
5. В какие группы периодической системы входят редкие металлы:
А) I, II, III, IV;
Б) VI, VII, VIII;
В) все перечисленные.
6. К какой еще группе по технической классификации могут быть отнесены рассеянные элементы рубидий и цезий:
А) к легким;
Б) к тугоплавким;
В) к редкоземельным.
7. Эксплуатируемые руды редких металлов содержат:
А) от 0,0001 до 0,01 % извлекаемого металла;
Б) от 0,001 до 0,1 % извлекаемого металла;
В) от 0,01 до 0,1 % извлекаемого металла;
8. Какой минерал в течение многих столетий считали разновидностью графита:
А) молибденит;
Б) шеелит;
В) вольфрамит.

Критерии оценивания.

Тест считается успешно пройденным при правильных ответах на вопросы теста более 50%

6.1.4 учебный год 5 | Отчет по лабораторной работе

Описание процедуры.

Перед проведением лабораторных работ все обучающиеся обязаны ознакомиться с правилами охраны труда и строго их выполнять. К выполнению лабораторных работ допускаются обучающиеся, прослушавшие инструктаж по технике безопасности и сделав соответствующую запись в журнале по ТБ в аудитории, предназначенной для проведения лабораторных работ по данной дисциплине.

1. Задание на выполнение лабораторной работы обучающийся получает на предыдущем занятии. При подготовке к лабораторной работе обучающийся обязан ознакомиться с её содержанием, повторить или изучить теоретический материал, относящийся к работе, используя рекомендуемую литературу, понять цель и задачи работы.

2. К началу занятий должна быть подготовлен шаблон отчета по лабораторной работе, в который необходимо необходимые расчётные формулы, подготовить таблицы для наблюдений. 3. Отчет оформляется для каждой лабораторной работы. Отчёт должен содержать название работы, изложение цели и задач работы, краткое теоретическое введение, схему установки и краткое описание методики проведения работы, таблицу с опытными и расчётными данными; графики (там, где это требуется), справочные данные, выводы по работе. Отчёты по лабораторным работам оформляются в соответствии с требованиями методических указаний по выполнению лабораторных работ и

требованиями СТО «027-2021 СИСТЕМА МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА. Учебно-методическая деятельность. Общие требования к организации и проведению лабораторных работ». 4. На следующем занятии отчёт предоставляется преподавателю для проверки. При защите отчёта проверяется знание теоретического материала соответствующих разделов курса и вопросов методики, связанной с выполнением работы. Вопросы для контроля:

1. Что представляет собой минерал «вольфрамит».
2. Состав шихты для спекания вольфрамита.
3. Для чего в состав шихты вводится селитра.
4. Температура обжига и выщелачивания.
5. Условия проведения выщелачивания.
6. Очистка раствора вольфрамата от примесей.
7. Результаты эксперимента.

Критерии оценивания.

Правильность оформления отчетов и полнота ответов на вопросы по контрольным вопросам, приведенным к каждой лабораторной работе в методических указаниях. Подробное описание лабораторных работ и вопросы к защите отчета представлены в методических указаниях (см. п.5.1).

6.1.5 учебный год 5 | Реферат

Описание процедуры.

Данный вид самостоятельной работы предполагает индивидуальное самостоятельное выполнение письменной работы (реферата) по предложенной тематике с использованием перечня рекомендуемых литературы и информационных ресурсов. В начале семестра обучающийся выбирает одну из предложенных тем для написания реферата (согласно порядковому номеру в списке группы). После самостоятельного изучения рекомендуемой литературы на последней неделе семестра обучающийся должен предоставить преподавателю отчетный документ по данному виду самостоятельной работы в виде реферата (текст реферата должен быть выполнен с помощью ПК, на листах белой бумаги формата А4). Допускается сдача реферата в электронном виде.

Текст реферата должен быть оформлен в соответствии с СТО 005-2020. «Учебно-методическая деятельность. Оформление курсовых проектов (работ) и выпускных квалификационных работ технических направлений подготовки и специальностей».

Вопросы для контроля:

Примерная тематика рефератов

1. Свойства редких металлов и их соединений
2. Применение редких металлов
3. Источники сырья редких металлов
4. История развития металлургии редких металлов
5. Классификация редких металлов
6. Минерально-сырьевая база редких металлов
7. Современные методы обогащения руд редких металлов
8. Методы получения чистых редких металлов
9. Экстракционные методы разделения редких металлов
10. Очистка и рафинирование редких металлов
11. Металлургия тугоплавких металлов
12. Металлургия редкоземельных металлов
13. Экологические аспекты металлургии редких металлов

14. Экономические аспекты производства редких металлов
 15. Инновационные технологии в металлургии редких металлов

Критерии оценивания.

Полнота раскрытия темы, предлагаемой для написания реферата; перечень используемых источников и уровень компилятивности по тематике; качество оформления.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ПКС-5.3	Демонстрирует способность сформулировать перечень и диапазон значений производственных показателей процессов и режимы проведения технологических операций, а также демонстрирует знания основных причин нарушения работы металлургических процессов и параметров, влияющих на эффективность работы предприятия, а также диапазонов их оптимальных значений в области металлургии редких металлов	Собеседование по вопросам экзаменационного билета
ПКС-7.6	Демонстрирует способность осуществлять расчеты технических и технологических параметров процесса получения вольфрама. Работа выполнена согласно заданию в полном объеме, с привлечением дополнительно подобранных источников информации	Защита курсовой работы

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Учебный год 5, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Процедура проведения экзамена (5 курс) по курсу состоит из 2-х частей. Раздел курса № 2 «Технология переработки руд тугоплавких металлов» обучающийся сдает в виде теста. Остальные темы – в виде вопросов в экзаменационном билете. Если обучающийся в течение семестра unsuccessfully сдал тест по теме «Технология получения радиоактивных редких металлов» - данная тема также выносится на экзамен в

виде теста.

1. Пример теста

1. Процесс спекания шеелита с содой проводят при температурах:

- А) 800-900 °С;
- Б) 1000-1100 °С;
- В) 1200-1400 °С.

2. Наиболее распространенным и промышленно важным минералом молибдена является:

- А) повеллит CaMoO_4 ;
- Б) молибденит MoS_2 ;
- В) вульфенит PbMoO_4 .

3. Какой из редких металлов восстанавливают непосредственно из рудного сырья:

- А) вольфрам;
- Б) молибден;
- В) редкие металлы не восстанавливают непосредственно из рудного сырья.

4. Какой элемент был открыт при разложении кислотой минерала под названием «тунгстен»:

- А) вольфрам;
- Б) молибден;
- В) ниобий.

5. С какой из перечисленных кислот вольфрам не взаимодействует даже при нагревании:

- А) H_2SO_4 ;
- Б) HCl ;
- В) HF .

2. Вопросы к экзамену:

1. Понятие «редкие металлы». Техническая классификация редких металлов

2. Получение компактных редких металлов. Основные технологические показатели процесса

3. Сформулируйте диапазон значений производственных показателей процесса спекания шеелита с содой и песком

4. Автоклавно-содовое разложение вольфрамсодержащего сырья. Основные показатели процесса

5. Переработка растворов вольфрамата натрия. Основные технологические показатели процесса

6. Получение парамолибдата аммония. Основные технологические показатели процесса

7. Окислительный обжиг молибденитовых концентратов. Основные технологические показатели процесса

8. Принципиальная технологическая схема переработки вольфрамсодержащих концентратов

9. Принципиальная технологическая схема переработки молибденсодержащих концентратов

10. Какое оборудование применяется для переработки руд, содержащих вольфрам и молибден?

11. Какие продукты получают при переработке титановых концентратов. Опишите их.

12. Сырьевая база титана, циркония и гафния

13. Условия проведения восстановительной плавки ильменита и применяемое оборудование

14. Опишите способы хлорирования титансодержащих материалов и укажите основные производственные показатели процессов

15. Дайте характеристику сернокислотному способу получения диоксида титана

16. Опишите процесс разложения циркона способом спекания с карбонатом натрия.

Сформулируйте диапазон производственных показателей процесса

17. Основные операции технологической схемы переработки цирконового концентрата по способу спекания с карбонатом кальция
18. Опишите процесс восстановления тетрахлорида циркония магнием. Основные производственные показатели процесса
19. Восстановление фтороцирконата калия натрием. Основные производственные показатели процесса
20. Какие способы получения тетрахлорида циркония Вы знаете? Дайте их краткую характеристику

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Демонстрирует способность сформулировать перечень и диапазон значений производственных показателей процессов и режимы проведения технологических операций, а также демонстрирует знания основных причин нарушения работы металлургических процессов и параметров, влияющих на эффективность работы предприятия, а также диапазонов их оптимальных значений в области металлургии редких металлов	Демонстрирует способность сформулировать перечень и диапазон значений производственных показателей применяемых технологических процессов и режимы проведения технологических операций, демонстрирует не очень глубокие знания основных причин нарушения работы металлургических процессов и параметров, влияющих на эффективность работы предприятия, а также диапазонов их оптимальных значений в области металлургии редких металлов, но не всегда обоснованно	Демонстрирует слабую способность сформулировать перечень и диапазон значений производственных показателей применяемых технологических процессов и режимы проведения технологических операций, демонстрирует слабые знания основных причин нарушения работы металлургических процессов и параметров, влияющих на эффективность работы предприятия, а также диапазонов их оптимальных значений в области металлургии редких металлов	Не демонстрирует способность сформулировать перечень и диапазон значений производственных показателей применяемых технологических процессов и режимы проведения технологических операций, а также демонстрирует знания основных причин нарушения работы металлургических процессов и параметров, влияющих на эффективность работы предприятия, а также диапазонов их оптимальных значений в области металлургии редких металлов

6.2.2.2 Учебный год 5, Типовые оценочные средства для курсовой работы/курсового проектирования по дисциплине

6.2.2.2.1 Описание процедуры

Для оценки сформированности индикатора компетенции ПКС-7.6 необходимо выполнить расчетную курсовую работу (по вариантам) и ответить на контрольные вопросы при ее защите.

Пример задания:

Задания и пример расчета приведены в методических указаниях (см. п. 5.1).

Перечень вопросов к защите курсовой работы:

1. Какими преимуществами обладает процесс автоклавно-содового разложения перед процессом спекания.
2. Какие продукты поступают и получаются при расчете материального баланса выщелачивания шеелитового концентрата?
3. Что такое содовый эквивалент и как он рассчитывается?
4. Опишите основные реакции, которые протекают в процессе автоклавно-содового разложения шеелита и как рассчитать количество углекислого газа, образующегося в результате протекания реакций.
5. Перечислите основные технологические параметры процесса автоклавно-содового разложения шеелита.
6. Какое влияние оказывает степень разложения компонентов шеелитового концентрата содовым раствором при расчете материального баланса процесса?
7. В чем заключаются трудности переработки вольфрамита автоклавно-содовым способом?
8. Как рассчитать теоретический расход соды для разложения 100 кг шеелитового концентрата?
9. Какими недостатками обладает процесс автоклавно-содового разложения вольфрамовых концентратов?
10. Рассчитайте количество влаги в кеке процесса автоклавно-содового разложения при влажности кека 20% и массе 50 кг.

6.2.2.2.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Демонстрирует способность осуществлять расчеты технических и технологических параметров процесса получения вольфрама. Работа выполнена согласно заданию в полном объеме, с привлечением дополнительно подобранных источников информации	Демонстрирует способность осуществлять расчеты технических и технологических параметров процесса получения вольфрама. Работа выполнена согласно заданию в полном объеме с незначительными отклонениями технологических параметров, без привлечения	Демонстрирует слабую способность осуществлять расчеты технических и технологических параметров процесса получения вольфрама. Работа выполнена с отклонениями от задания и не в полном объеме, без привлечения дополнительных источников информации	Не демонстрирует способность осуществлять расчеты технических и технологических параметров процесса получения вольфрама. Работа выполнена со значительными отклонениями от задания и не в полном объеме, без привлечения дополнительных источников информации

	дополнительных источников информации		
--	--	--	--

7 Основная учебная литература

1. Воскобойников В. Г. Общая металлургия : учеб. для вузов по направлению "Металлургия" / В. Г. Воскобойников, В. А. Кудрин, А. М. Якушев, 2005. - 764.
2. Зеликман Абрам Наумович. Металлургия редких металлов : учеб. для вузов по спец. "Металлургия цв. металлов" / Абрам Наумович Зеликман, Борис Георгиевич Коршунов, 1991. - 431.
3. Надольский А. П. Расчеты процессов и аппаратов производства тугоплавких металлов : учебное пособие для вузов по специальности "Металлургия цветных металлов" / Анатолий Павлович Надольский, 1980. - 127.
4. Анфилогова Л. А. Химия редкоземельных элементов : конспект лекций / Л. А. Анфилогова, 2007. - 40.
5. Теория металлургических процессов : учебник для вузов по направлению 150100 "Металлургия", специальность 150102 "Металлургия цветных металлов" / Г. Г. Минеев [и др.]; под общ. ред. Г. Г. Минеева, 2010. - 522.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Байбеков Мурат Казмухамедович. Производство четыреххлористого титана / Мурат Казмухамедович Байбеков, Владимир Дмитриевич Попов, Иван Матвеевич Чепрасов, 1987. - 127.
2. Ниобий и тантал / А. Н. Зеликман, Б. Г. Коршунов, А. В. Елютин, А. М. Захаров, 1990. - 294.
3. Михайличенко А. И. Редкоземельные металлы / А. И. Михайличенко, Е. Б. Михлин, Ю. Б. Патрикеев, 1987. - 228.
4. Редкие и рассеянные элементы: Химия и технология : учеб. для вузов по специальности "Хим. технология ред. и рассеян. элементов и материалов на их основе" направления подгот. диплом. специалистов "Хим. технология материалов соврем. энергетики". Кн. 3. / С. С. Коровин, В. И. Букин, П. И. Федоров, А. М. Резник / под общ. ред. С. С. Коровина, 2003. - 438.
5. Коленкова М. А. Металлургия рассеянных и легких редких металлов : учеб. пособие / М. А. Коленкова, О. Е. Крейн, 1977. - 360.
6. Металлургия циркония и гафния / Н. В. Барышников [и др.]; пол ред. Л. Г. Нехамкина, 1979. - 208.
7. Вакуумная металлургия тугоплавких металлов и твердых сплавов / М. В. Мальцев [и др.], 1981. - 271.
8. Металлургия редких металлов : методические указания для курсовой работы: по направлению подготовки "Металлургия": по дисциплине "Металлургия редких металлов" / Иркут. нац. исслед. техн. ун-т, 2017. - 23.

9. Металлургия редких металлов : методические указания для лабораторных работ: по направлению подготовки "Металлургия": по дисциплине "Металлургия редких металлов" / Иркут. нац. исслед. техн. ун-т, 2017. - 20.

10. Металлургия редких металлов : методические указания для практической работы: по направлению подготовки "Металлургия": по дисциплине "Металлургия редких металлов" / Иркут. нац. исслед. техн. ун-т, 2017. - 18.

11. Металлургия редких металлов : методические указания для самостоятельной работы: по направлению подготовки "Металлургия": по дисциплине "Металлургия редких металлов": (заочная форма обучения) / Иркут. нац. исслед. техн. ун-т, 2017. - 17.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Microsoft Windows (XP Prof + Vista Bussines) rus VLK поставка 08_2007
2. Microsoft Office 2003 VLK (поставки 2007 и 2008)

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Печь муфельная ЭКПС 10л 1150С
2. Экран Projecta SlimScreen настенный
3. Мешалка верхнеприводная RW
4. Насос вакуумный VPA-3S с комплектом шлангов
5. Весы лабораторные "Веста ВМ 153"