

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Игнатенко Виталий Иванович

Должность: Проректор по образовательной деятельности и молодежной политике

Дата подписания: 24.06.2025 09:34

Уникальный программный ключ:

a49ae343af5448d45d7e3e1e499659da8109ba78

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Заполярный государственный университет им. Н. М. Федоровского»
ЗГУ

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ¹
по дисциплине

«Расчеты металлургических процессов»

Факультет: Горно-технологический (ГТФ)

Направление подготовки: 22.04.02 «Металлургия»

Направленность (профиль): Металлургия цветных металлов

Уровень образования: магистратура

Кафедра металлургии, машин и оборудования
наименование кафедры

Разработчик ФОС:

К.С-Х.Н., доцент

(должность, степень, ученое звание)

(подпись)

О.В. Носова

(ФИО)

Оценочные материалы по дисциплине рассмотрены и одобрены на заседании кафедры, протокол № 2 от «07» 05 2025 г.

Заведующий кафедрой к.т.н., доц. Крупнов Л.В.

¹ В данном документе представлены типовые оценочные средства. Полный комплект оценочных средств, включающий все варианты заданий (тестов, контрольных работ и др.), предлагаемых обучающемуся, хранится на кафедре в бумажном и электронном виде.

**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю),
соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы**

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения
Профессиональные компетенции	
ПК-1 Способен контролировать и корректировать заданные величины параметров и показателей процессов металлургического производства	ПК-1.3 Осуществляет расчет технологических схем и процессов на основании реальных технологических показателей

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Стехиометрические расчеты	ПК-1		
Расчёт теплоемкости твердых жидких, газообразных материалов	ПК-1		
Расчёт энтальпий веществ, тепловых эффектов химических реакций	ПК-1		
Расчёт материального и теплового баланса пирометаллургического процессы	ПК-1		
Расчёт материального и теплового баланса гидрометаллургического процессы	ПК-1		
Расчёт электрического баланса процесса электролиза	ПК-1		
Расчёт потребности оборудования для конкретной технологии и его размеров	ПК-1		
Курсовой проект	ПК-1		
Зачет с оценкой	ПК-1		

1 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 3).

Таблица 3 – Технологическая карта

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
Промежуточная аттестация в форме «Зачета» (для очной и заочной формы обучения)				
	Тестовые задания	В течение обучения по дисциплине	от 0 до 5 баллов	Зачет/Незачет
ИТОГО:		-	баллов	-
Критерии оценки результатов обучения по дисциплине: Пороговый (минимальный) уровень для аттестации в форме зачета – 75 % от максимально возможной суммы баллов Зачет выставляется при сдаче студентом всех тестовых заданий				

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
Промежуточная аттестация в форме «Экзамен» (для заочной формы обучения)				
	Кейсовое задание	Выполнение в течении обучения по дисциплине и защита	от 0 до 10 баллов по критериям	Оценка от 2 до 5
ИТОГО:		-	___ баллов	-
Критерии оценки результатов обучения по дисциплине: 0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине); 65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень); 75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень); 85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий (максимальный) уровень)				

2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы

2.1 Задания для текущего контроля успеваемости

Для очной, заочной формы обучения

Задания для текущего контроля и сдачи зачета по дисциплине

1. Основные методы гидрометаллургической переработки сырья

1.1) Способ Байера используют при производстве

- А) Штейна
- Б) Раствора сульфата цинка
- В) Глинозема**
- Г) Оксида тантала

1.2) Для какого металла гидрометаллургический метод производства НЕ является основным?

- А) Цинк
- Б) Вольфрам
- В) Молибден
- Г) Свинец**

1.3) Название самого распространенного выщелачивания золота

- А) Агитация
- Б) Цементация
- В) Цианирование**
- Г) Перколяция

1.4) Основные этапы гидрометаллургического производства:

- А) Выщелачивание, разделение твердой и жидкой фаз, цементация, экстракция
- Б) Обжиг, выщелачивание, гидролиз, электролиз
- В) Подготовка материала к выщелачиванию, выщелачивание, разделение твердой и жидкой фаз, подготовка растворов к выделению из них чистых соединений, выделение из растворов чистых соединений**

1.5) Какой процесс протекает самопроизвольной?

- А) Электроэкстракция
- Б) Экстракция**
- В) Электролитическое рафинирование

2. Классификация экстрагентов

2.1) Какое вещество не используется в процессе экстракции?

- А) Разбавитель
- Б) Рафинат
- В) Высаливатель

Г) Уплотнитель

2.2) Как называются экстрагенты, которые являются органическими соединениями в составе которых имеются активные атомы, обладающие донорной способностью?

А) Нейтральные

Б) Анионообменные

В) Азотсодержащие

2.3) Самым многочисленной группой экстрагентов, используемой в гидрометаллургии является:

А) Кислородсодержащие

Б) Катионообменные

В) Серосодержащие

Г) Анионообменные

2.4) Как расшифровывается аббревиатура ЧАО?

А) Частично азотированные основания

Б) Четвертичные аммониевые основания

В) Четвертично азотированная окись

Г) Частично аммониевая окись

2.5) Какой металл извлекают из сернокислых растворов триоктиламином (ТОА)? (анионообменная экстракция)

А) Медь

Б) Рений

В) Уран

Г) Молибден

3. Основные методы электрометаллургической переработки рудного сырья

3.1 Какой метод переработки не относится к электрометаллургическим процессам?

А) Плавка в РТП

Б) Электролиз криолитового расплава

В) Экстракция

Г) Электроэкстракция

3.2 В каком процессе выше напряжение?

А) Электроэкстракция меди

Б) Электролитическое рафинирование меди

3.3 Какой процесс называют «Внутренним электролизом»?

А) Электролитическое рафинирование

Б) Электроэкстракция

В) Цементация

3.4 От чего в первую очередь очищают никелевый анолит?

А) Никель, железо, медь

Б) Медь, натрий, кобальт

В) Железо, медь, кобальт

3.5 Электрометаллургические процессы относят к

- А) Гидрометаллургическим
- Б) Пирометаллургическим
- В) Оба варианта правильные

4. Закономерности реальных процессов экстракции

4.1 Что такое ТВЭКС?

- А) Органическая фаза
- Б) Твердые экстрагенты
- В) Вид рекстракции

4.2 Зачем используют разбавитель в процессах экстракции?

- А) Улучшение физ. характеристик органической фазы
- Б) Разбавление водной фазы
- В) Улучшение физ. характеристик водной фазы
- Г) Взаимодействие с извлекаемым металлом

4.3 Какой метод исследования состава экстрагируемых соединений относится к химическим?

- А) Метод изомольных серий
- Б) Метод сдвига равновесия
- В) Метод насыщения
- Г) Инфракрасная спектроскопия (ИКС)

4.4 Что означает высокий коэффициент распределения D?

- А) Возможность необходимого извлечения металла за одну или две-три стадии
- Б) Необходимость многостадийного ведения процесса

4.5 Какой тип экстракторов устраняет ограничение производительности по продолжительности разделения фаз?

- А) Типа смеситель-отстойник
- Б) Колонного типа
- В) Центробежного типа

5. Экстракция катионообменными, анионообменными и смесями

5.1 В какой форме в растворах присутствуют такие металлы, как Re, Mo, W?

- А) Катионы (Me^{n+})
- Б) Простые или полимерные анионы

5.2 Экстрагируемость ионов металлов с возрастанием pH полуэкстракции

- А) Возрастает
- Б) Уменьшается

5.3 Влияет ли наличие полимеризации на уравнение экстракции?

- А) Да
- Б) Нет

5.4 К катионообменным экстрагентам не относят

- А) Кислоты жирного ряда и их соли

- Б) Нафтенновые кислоты
- В) Соли нафтенновых кислот
- Г) ЛСТ

5.5 Органическая фаза легче водной?

- А) Да
- Б) Нет

6. Ионитные процессы

6.1 Ионитные процессы основаны на

- А) На ионном взаимодействии
- Б) Поглощении ионов в обмен на ионы того же знака

6.2 Где не применяются ионнообменные смолы

- А) Очистка воды
- Б) Извлечение металлов
- В) Сгущение
- Г) Разделение по свойствам близких элементов

6.3 Ионнообменные смолы по строению похожи на

- А) Пластмассы
- Б) Металлы
- В) Спирты

6.4 Что не является достоинством ионнообменных смол?

- А) Высокая емкость
- Б) Низкая стоимость
- В) Механическая прочность
- Г) Коррозионная стойкость

6.5 Какие группы вводят в структуру смол с целью повышения избирательности?

- А) Хелатообразующие
- Б) Нейтральные
- В) Активную

7 Проблемы, возникающие при переработке руд цветных металлов гидрометаллургическими методами и способы нахождения необходимых решений

7.1 К основным проблемам гидрометаллургического производства не относится

- А) Большие объемы промышленных вод и растворов, которые необходимо утилизировать
- Б) Большие объемы выбросов SO_2
- В) Все перечисленное
- Г) Большой расход воды на единицу продукции

7.2 Какое сырье можно перерабатывать гидрометаллургическим методом

- А) Богатое
- Б) Бедное
- В) Оба варианта верные

7.3 Применяется ли кучное выщелачивание для сульфидных полиметаллических руд?

А) Да

Б) Нет

7.4 Какие бактерии не используются в бактериальном выщелачивании?

А) Тионовые

Б) Железобактерии

В) Тионовые железобактерии

Г) Все перечисленные используются

7.5 Механизм действия бактерий в бактериальном выщелачивании?

А) Восстановление трехвалентного железа до двухвалентного

Б) Окисление серы и серосодержащих соединений до H_2SO_4 , окисление двухвалентного железа

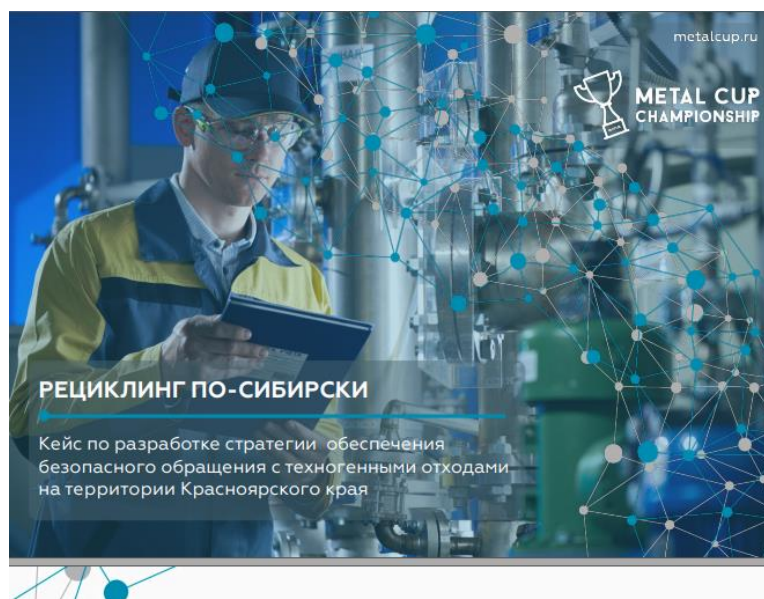
В) Выделение органической кислоты

Г) Все вышеперечисленное

Для заочной формы обучения

Задания для сдачи экзамен по дисциплине

Типовое кейсовое задание



2.3 ВОЗДЕЙСТВИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

В 2019 г. в выбросах края от стационарных источников (2 313,7 тыс. т) основную роль играют выбросы Норильского промышленного района, в частности, выбросы основного предприятия-загрязнителя края – ЗФ ПАО «ГМК «Норильский никель» – 1 819,2 тыс. т. Это составляет 78,6% от суммарных выбросов в крае. Без учета выбросов ЗФ ПАО «ГМК «Норильский никель» суммарные выбросы в крае составили 494,5 тыс. т.

Доля выбросов предприятий производства и распределения электроэнергии, газа и воды составляет 34,7%, предприятий обрабатывающих производств (без учета выбросов ЗФ ПАО «ГМК «Норильский никель») составляет 26,9%, от общекраевых выбросов. Доля выбросов других отраслей, составляющая 38,4% валовых выбросов по краю, включает, в основном, выбросы предприятий по добыче полезных ископаемых (123,4 тыс. т) и прочих предприятий (47,6 тыс. т), имеющих стационарные источники.

Предприятия, осуществляющие экономическую деятельность по производству, передаче и распределению электроэнергии, газа, пара и горячей воды, включая сбор, очистку и распределение воды, сбрасывают в водные объекты 72,2% (в 2018 г. – 86,3%) сточных вод в крае. Вклад в сбросы сточных вод промышленных предприятий, осуществляющих экономическую деятельность, связанную с обрабатывающими производствами, составляет 7,7% (в 2018 г. – 9,6%), с добычей полезных ископаемых – 9,6% (в 2018 г. – 3,4%).

Предприятия, относящиеся к другим видам экономической деятельности – строительство, транспорт, удаление сточных вод, отходов и др., сбрасывают в водные объекты 9,9% (в 2018 г. – 0,7%).

В виду того, что в Красноярском крае в таких городах как Норильск, Красноярск, Ачинск, а также в Назаровском, Канском и Тисулинском районах имеют место полезные ископаемые и промышленные узлы для их добычи и переработки, то неизбежно образуются различные виды отходов, которые в большом объеме концентрируются на данных участках, в целом создавая экологически неблагоприятную ситуацию для Красноярского края.

Наибольшее количество отходов (более 1 млн т) образуют предприятия и организации городов: Ачинск, Красноярск, Назарово, Норильск и муниципальных районов: Ачинский, Курагинский, Мотыгинский, Северо-Енисейский.

Источники загрязнения окружающей среды в цветной металлургии являются:

- вскрышные породы, которые, как правило, нигде не используются;
- отвалы шлаки металлургических производств после грануляции, вывозимые в отвалы, которые не рекультивируются и нарушают природный ландшафт;
- шламы глинозенового, криолитового производства, суперфосфатного производства

по системе гидротранспорта, направленные для оседания в шламонакопители;

■ пылегазовые выбросы, которые рассеиваются в атмосферном воздухе, оседают на почву, на растения, открытые водоемы и загрязняют природу свинцом, медью, цинком, ртутью, никелем, сурьмой, мышьяком и другими веществами;

■ токсичные отходы мышьяка, образующиеся при очистке сточных сернокислотных производств или являющиеся сопутствующими рудными загрязнителями.

Выбросы в атмосферу основных металлургических предприятий Красноярского края, тыс. т

Предприятие	2018	2019
ЗФ ПАО «ГМК «Норильский никель»	1789,3	1819,2
АО «РУСАЛ Красноярск»	55,1	56,8
АО «РУСАЛ Ачинск»	33,2	32,7
АО «Полос Красноярск»	24,7	25,3
Красцветмет	0,16	0,2
Суммарные выбросы по краю	2318,9	2313,7

12

Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае в 2019 году» – Красноярск, 2020

ЗАДАНИЕ высшая лига:

По условиям кейса вам необходимо разработать стратегию обращения с техногенными отходами металлургического производства Красноярского края, с увеличением доли утилизации до 80% в горизонте до 2030 года, для этого необходимо:

1. проанализировать систему обращения с отходами производства и определить степень воздействия предприятий на окружающую среду;
2. определить наилучшие доступные технологии рециклинга техногенных отходов и перспективные направления работы;
3. разработать стратегию по утилизации техногенных отходов на выбранном металлургическом производстве Красноярского края;
4. оценить эффективность предложенных мероприятий и экологические риски.

21

КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

Технология (1-10 баллов)

- проведен анализ имеющихся технологических решений и рисков;
- продемонстрировано понимание технологического процесса / физико-химических законов;
- определена ключевая проблема (задача) технологического процесса / производственного объекта.

Потенциал реализации (1-10 баллов)

- представлен поэтапный план реализации проекта
- решение направлено на повышение конкурентоспособности рассматриваемого объекта;
- имеется анализ рисков внедрения новой продукции / модернизации технологии.

Экономика (1-10 баллов)

- имеется экономическое обоснование внедрения новой продукции / модернизации технологического процесса;
- данные экономического анализа представляются реальными;
- высока вероятность положительного производственного и социального эффектов.

Социальная ответственность (1-10 баллов)

- представлена социальная значимость проекта;
- проведена оценка воздействия на окружающую среду;
- представлен сравнительный анализ внедрения технологии проекта;

Бренд команды (1-5 баллов)

- все участники команды принимают участие в презентации и защите решения;
- каждый участник команды имеет свою роль и зону ответственности в проекте;
- команда имеет единый стиль одежды, выступления и пр.
- презентация команды выполнена в едином стиле, с качественной графикой и схемами;
- команда уверенно отвечает на вопросы экспертов, демонстрирует хорошие ораторские навыки.

Сила команды (1-5 баллов)

Складывается из баллов за прохождения тестов каждым членом команды.

ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ

10-9 баллов

Критерий раскрыт и обоснован полностью, на высоком профессиональном уровне.

8-7 баллов

Критерий раскрыт на хорошем профессиональном уровне, дает качественное представление о проекте, имеются незначительные неточности.

6-5 баллов

Критерий раскрыт умеренно, имеются неточности, не дает полного представления о проекте

4-3 балла

Критерий раскрыт частично или частично противоречит задачам кейса, имеются неточности, не дает полного представления о проекте.

2-1 балл

Критерий не раскрыт по большей части вопросов или полностью.

