

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»

Институт технологий и инженерной механики
Кафедра цифровых технологий и машин в литейном производстве

УТВЕРЖДАЮ

Директор института технологий и
инженерной механики

 Могильная Е.П.
« 18 » 04 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Теория металлургических процессов»

По направлению подготовки: 22.03.02 Металлургия

Профиль «Цифровые технологии и машины в литейном производстве»

Луганск – 2023

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Теория металлургических процессов» по направлению подготовки 22.03.02 Металлургия. – __ с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Теория металлургических процессов» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 22.03.02 Металлургия, утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 02.06.2020 № 702.

СОСТАВИТЕЛЬ:

доц. Лосев С.С.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры цифровые технологии и машины в литейном производстве «11» 04 2023 г., протокол № 10

Заведующий кафедрой цифровых технологий
и машин в литейном производстве _____

Гутько Ю.И.

Переутверждена: «___» _____ 20__ г., протокол № _____

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института технологий и инженерной механики «18» 04 2023 г., протокол № 3

Председатель учебно-методической комиссии
института технологий и инженерной механики _____

Ясуник С.Н.

Структура и содержание дисциплины

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Цель изучения дисциплины – сформировать у студентов систему знаний и умений в области современных информационных технологий, поиска необходимой информации в сети Internet, налаживания сотрудничества с помощью современных информационных технологий.

Задачи:

- сформировать знания и модели термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы;
- способность осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалообработке.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО.

Дисциплина «Теория металлургических процессов» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются: формирование у студентов системного представления о теоретических основах металлургических способов комплексного извлечения металлов.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин «Физико-химические основы металлургического производства», «Структура, свойства и обработка материалов», и служит основой для освоения дисциплин «Особенные способы литья», «Аддитивные технологии». Приобретенные знания студентами будут непосредственно использованы при курсовом и написании выпускной квалификационной работы и в дальнейшей производственной и научной деятельности.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ПК-1. Обеспечение выпуска качественной продукции литейного производства	ПК-1.2. Использует современные технологические процессы и оборудование для приготовления и обработки черных и цветных сплавов.	Знать: физико-химические основы металлургических процессов, общие положения химической термодинамики;
		Уметь: применять современные технологические процессы и оборудование для приготовления и обработки черных и цветных сплавов;
		Владеть: навыками использования физико-химических методов для приготовления и обработки черных и цветных сплавов.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы (5 семестр)

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	144 (4,0 зач. ед)	108 (3,0 зач. ед)
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего), в том числе:	85	10
Лекции	34	6
Семинарские занятия	-	-
Практические занятия	34	2
Лабораторные работы	17	2
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-
Другие формы и методы организации образовательного процесса	-	-
Самостоятельная работа студента (всего)	59	98
Форма аттестации	зачет	

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы (6 семестр)

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	144 (4,0 зач. ед)	108 (3,0 зач. ед)
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего), в том числе:	68	12
Лекции	34	6
Семинарские занятия	-	-
Практические занятия	34	6
Лабораторные работы	-	-
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-
Другие формы и методы организации образовательного процесса	-	-
Самостоятельная работа студента (всего)	76	96
Форма аттестации	экзамен	

4.2. Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Физико-химические основы металлургических процессов. Основные понятия и определения дисциплины. Предмет и задачи курса «Теория металлургических процессов», его связь со смежными дисциплинами. Физико-химические методы: термодинамический, молекулярно-кинетический, квантово-механический. Использование физико-химических методов в теоретических и практических разработках.

Тема 2. Общие положения химической термодинамики и их использование для определения направления и полноты протекания металлургических реакций.

Закон действия масс и константа равновесия химической реакции. За-

коны распределения. Термодинамическая активность компонента в растворе. Стандартные состояния и растворы сравнения при определении термодинамической активности компонента раствора. Определение коэффициентов активности компонентов раствора по методу Вагнера. Направление реакции при изменении условий ее протекания. Определение численного значения константы равновесия реакции по справочным данным.

Тема 3. Основы кинетики металлургических реакций.

Лимитирующее звено химической реакции. Порядок химической реакции. Способы определения лимитирующего звена химической реакции.

Тема 4. Реакция окисления углерода и ее роль в организации сталеплавильных процессов.

Особенности кинетики металлургических реакций. Значение реакции окисления углерода в сталеплавильных процессах. Тепловые эффекты реакций окисления углерода и их влияние на организацию сталеплавильных процессов.

Тема 5. Общая термодинамическая характеристика реакций горения газов.

Реакция горения оксида углерода. Реакция горения водорода. Реакция водяного газа.

Тема 6. Общая термодинамическая характеристика реакций газификации углерода.

Реакция взаимодействия углерода с углекислым газом. Реакции полного и неполного горения углерода. Взаимодействие углерода с водяным паром. Реакции вблизи фурменной зоны доменной печи.

Тема 7. Общая термодинамическая характеристика реакций образования и термической диссоциации оксидов.

Упругость диссоциации оксидов. Упругость диссоциации оксидов при образовании растворов.

Тема 8. Термодинамические особенности реакций образования и термической диссоциации оксидов железа

Физические свойства железа. Влияние температуры на упругость диссоциации оксидов железа.

Тема 9. Восстановление оксидов металлов газообразными восстановителями

Общая термодинамическая характеристика реакций восстановления. Термодинамическая характеристика реакций восстановления оксидов газами. Условия восстановления различных оксидов. Минимальный расход газообразного восстановителя.

Тема 10. Восстановление оксидов металлов углеродом.

Общая характеристика реакций восстановления оксидов углеродом. Температура начала восстановления оксида. Особенности реакций прямого восстановления различных оксидов. Восстановление при наличии растворов.

Тема 11. Термодинамические особенности реакций восстановления оксидов железа.

Косвенное восстановление оксидов железа. Восстановление оксидов

железа водородом. Прямое восстановление оксидов железа.

Тема 12. Общая термодинамическая характеристика процессов окислительного рафинирования.

Возможность удаления примесей металла при окислительном рафинировании. Распределения элементов между взаимодействующими фазами при окислительном рафинировании. Остаточное содержание примесей в металле. Основные принципы получения заданного химического состава стали.

Тема 13. Растворимость кислорода, азота и водорода в железе. Физико-химические основы процессов раскисления и дегазации металла.

Растворимость кислорода в железе. Растворимость азота и водорода в железе. Термодинамическая оценка возможной глубины дегазации металла при вакуумной обработке. Основные способы раскисления металла. Дегазация металла при продувке инертным газом.

Тема 14. Физико-химические основы десульфурации расплавов железашлаком.

Термодинамическая оценка возможности окислительной десульфурации металла. Распределение серы между шлаком и металлом.

Тема 15. Термодинамика реакций образования и термической диссоциации карбонатов.

Упругость диссоциации карбонатов. Направление реакций в системе $MeCO_3 - MeO - CO_2$.

Тема 16. Metallургические процессы при плавке литейных сплавов. Основные виды взаимодействия фаз при metallургических процессах. Шлаки в metallургических процессах. Metallургические процессы при плавке стали.

Тема 17. Metallургические процессы при плавке чугуна.

Классификация процессов и технологические схемы плавильных печей. Общая характеристика процесса плавки чугуна. Образование шлака и его влияние на ваграночный процесс.

4.3. Лекции (5 семестр)

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1.	Физико-химические основы metallургических процессов.	2	0,5
2.	Использование физико-химических методов в теоретических и	2	
3.	Общие положения химической термодинамики и их использование для определения направления и полноты протекания metallургических реакций.	2	
4.	Закон действия масс и константа равновесия химической реакции. Законы распределения. Термодинамическая активность компонента в растворе.	2	0,5
5.	Стандартные состояния и растворы сравнения при определении термодинамической активности компонента раствора. Определение коэффициентов активности компонентов раствора по методу Вагнера.	2	0,5
6.	Направление реакции при изменении условий ее протекания	2	

	ния.Определение численного значения константы равновесия реакции по справочным данным.		
7.	Лимитирующее звено химической реакции. Порядок химической реакции. Способы определения лимитирующего звена химической реакции.	2	
8.	Реакция окисления углерода и ее роль в организации сталеплавильных процессов. Особенности кинетики металлургических реакций.	2	
9.	Значение реакции окисления углерода в сталеплавильных процессах. Тепловые эффекты реакций окисления углерода и их влияние на организацию сталеплавильных процессов.	2	
10.	Общая термодинамическая характеристика реакций горения газов.	2	
11.	Реакция горения оксида углерода. Реакция горения водорода. Реакция водяного газа.	2	
12.	Общая термодинамическая характеристика реакций газификации углерода. Реакция взаимодействия углерода с углекислым газом.	2	
13.	Реакции полного и неполного горения углерода. Взаимодействие углерода с водяным паром. Реакции вблизи фурменной зоны доменной печи.	2	0,5
14.	Общая термодинамическая характеристика реакций образования и термической диссоциации оксидов.	2	1
15.	Упругость диссоциации оксидов. Упругость диссоциации оксидов при образовании растворов.	2	1
16.	Термодинамические особенности реакций образования и термической диссоциации оксидов железа.	2	1
17.	Физические свойства железа. Влияние температуры на упругость диссоциации оксидов железа.	2	1
Итого:		34	6

Лекции (7 семестр)

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Восстановление оксидов металлов газообразными восстановителями.	2	
2	Общая термодинамическая характеристика реакций восстановления. Термодинамическая характеристика реакций восстановления оксидов газами.	2	1
3	Условия восстановления различных оксидов. Минимальный расход газообразного восстановителя.	2	1
4	Восстановление оксидов металлов углеродом. Общая характеристика реакций восстановления оксидов углеродом.	2	1
5	Температура начала восстановления оксида. Особенности реакций прямого восстановления различных оксидов. Восстановление при наличии растворов.	2	1
6	Термодинамические особенности реакций восстановления оксидов железа. Косвенное восстановление оксидов железа.	2	
7	Восстановление оксидов железа водородом. Прямое восстановление оксидов железа.	2	
8	Общая термодинамическая характеристика процессов окислительного рафинирования. Возможность удаления примесей металла при окислительном рафинировании.	2	
9	Распределения элементов между взаимодействующими фазами при	2	

	окислительном рафинировании.		
10	Остаточное содержание примесей в металле. Основные принципы получения заданного химического состава стали.	2	
11	Растворимость кислорода в железе. Растворимость азота и водорода в железе. Термодинамическая оценка возможной глубины дегазации металла при вакуумной обработке.	2	
12	Основные способы раскисления металла. Дегазация металла при продувке инертным газом. Термодинамическая оценка возможности окислительной десульфурации металла. Распределение серы между шлаком и металлом.	2	
13	Термодинамика реакций образования и термической диссоциации карбонатов. Упругость диссоциации карбонатов. Направление реакций в системе $MeCO_3 - MeO - CO_2$.	2	
14	Металлургические процессы при плавке литейных сплавов. Основные виды взаимодействия фаз при металлургических процессах.	2	1
15	Шлаки в металлургических процессах. Металлургические процессы при плавке стали.	2	
16	Металлургические процессы при плавке чугуна. Классификация процессов и технологические схемы плавильных печей.	2	1
17	Общая характеристика процесса плавки чугуна. Образование шлака и его влияние на ваграночный процесс.	2	
Итого:		34	6

4.4. Практические (семинарские) занятия (5 семестр)

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1.	Расчет по уравнениям реакций пирометаллургических и гидрометаллургических процессов.	4	2
2.	Расчет количества экстрагента при разделении компонентов в процессе аффинажа.	4	
3.	Расчет реакций окисления при плавке и обжиге сульфидных руд и концентратов.	4	
4.	Стехиометрический баланс окислительно-восстановительных реакций.	4	2
5.	Расчёт массообменных процессов при протекании окислительно-восстановительных как основа массообменных характеристик исследуемых металлургических процессов.	6	
6.	Термодинамический анализ металлургических систем.	6	1
7.	Химическое равновесие при оценке предела протекания реакций на примере гидрометаллургических процессов.	6	1
Итого:		34	2

Практические (семинарские) занятия (6 семестр)

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Кислородный потенциал как универсальный критерий оценивания термодинамической активности компонентов исследуемой металлургической системы. Расчет технологического регламента при получении металла заданной степени чистоты с использованием	4	4

	кислородного потенциала.		
2	Автогенность металлургических процессов.	4	
3	Оценка влияния энтальпийного и энтропийного факторов на термодинамическую возможность протекания металлургических реакций.	4	
4	Принцип Ле Шателье при расчете химического равновесия.	4	4
5	Прогнозирование и расчет максимального (заданного) и теоретического выхода продуктов с применением принципа ЛеШателье.	4	
6	Графоаналитические расчеты в задачах исследования металлургических процессов с использованием фазовых диаграмм плавкости. Графоаналитические расчеты по диаграмме фазового равновесия системы Pb-Fe-S.	4	2
7	Фазовое равновесие на примерах разделения компонентов ликвацией, дистилляцией штейновых, шлаковых и металлических систем.	4	2
8	Расчеты процессов разделения компонентов металлургической системы ликвацией, дистилляцией по диаграммам фазового равновесия: выход фаз по массе, состав фаз и степень разделения по компонентам.	6	
Итого:		34	6

4.5. Лабораторные работы (5 семестр)

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Взаимодействие углерода с кислородосодержащей газовой фазой	2	1
2	Восстановление оксидов железа оксидом углерода и водородом	2	
3	Определение активности компонентов расплава	2	
4	Растворимость газов в металлических расплавах	2	1
5	Взаимодействие азота с металлическими расплавами	2	
6	Раскисление металлических расплавов	2	
7	Определение активностей компонентов шлаковых расплавов	3	
Итого:		17	2

4.6. Самостоятельная работа студентов (5 семестр)

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1.	Агрегатные состояния и свойства вещества Газы. Жидкости. Поверхностное натяжение.Адсорбция и абсорбция.		4	7
2.	Вязкость (внутреннее трение). Твердые тела. Дальний и ближний порядок расположения атомов.		4	7
3.	Теплоемкость. Первый закон термодинамики. Энтальпия.		4	7
4.	Методы оценки теплоемкости для твердых, жидких и газообразных состояний		4	7
5.	Тепловой эффект реакции. Законы Гесса и Кирхгофа.		4	7
6.	Второй закон термодинамики. Энтропия.		4	7
7.	Методы оценки стандартной энтропии для различных состояний вещества. Аналитический метод (метод Герца).		4	7

	Аддитивные методы. Графические методы.			
8.	Химическое сродство. Третий закон термодинамики.		4	7
9.	Основы теории растворов. Закон действующих масс. Константа равновесия.		4	7
10.	Термодинамическое описание растворов. Совершенные растворы		4	7
11.	Бинарные конденсированные системы с неограниченной и ограниченной растворимостью.		4	7
12.	Активность и коэффициент активности веществ. Уравнение изотермы химической реакции.		5	7
13.	Кинетика процессов, сопровождающихся возникновением новых фаз.		5	7
14.	Основные виды взаимодействия фаз при металлургических процессах.		5	7
Итого:			59	98

4.6. Самостоятельная работа студентов (6 семестр)

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Шлаки в металлургических процессах	Изучение информации по темам, подготовка к практическим работам.	5	6
2	Физико-химические процессы при плавке стали		5	6
3	Термодинамика металлургического процесса		6	8
4	Термодинамика карботермического процесса		5	6
5	Давление диссоциации гидридов		5	6
6	Окисление углерода		5	6
7	Окисление кремния		5	6
8	Окисление марганца		5	8
9	Окисление ванадия		5	6
10	Удаление газов из ванны		5	6
11	Рафинирование и раскисление стали		5	6
12	Расчет степени диссоциации		5	8
13	Расчет состава раствора		5	6
14	Расчет диаграммы состояния		5	6
15	Расчет коэффициента распределения		5	6
Итого:			76	96

4.7. Курсовые работы/проекты.

Учебным планом не предусмотрены.

5. Образовательные технологии

С целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся используются инновационные образовательные технологии при реализации различных видов аудиторной работы в сочетании с внеаудиторной. Используемые образовательные технологии и методы направлены на повышение качества подготовки путем развития у обучающихся способностей к самообразованию и нацелены на активизацию и реализацию личностного потенциала.

В процессе обучения для достижения планируемых результатов освоения дисциплины используются следующие образовательные технологии:

- традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;

- информационно-коммуникационная технология, в том числе визуализация, создание электронных учебных материалов;

- технология коллективного взаимодействия, в том числе совместное решение проблемных задач, ситуаций, кейсов;

- технология проблемного обучения, в том числе в рамках разбора проблемных ситуаций;

- технология развивающего обучения, в том числе постановка и решение задач от менее сложных к более сложным, развивающих компетенции студентов;

- технология адаптивного обучения, в том числе проведение консультаций преподавателя.

В рамках перечисленных технологий основными методами обучения являются: работа в команде; опережающая самостоятельная работа; междисциплинарное обучение; проблемное обучение; исследовательский метод.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

1. Тен Э.Б., Теория металлургических процессов : методика расчета и оптимизации состава шихты при плавке литейных сталей и чугунов / Тен Э.Б. - М. : МИСиС, 2016. - 136 с. - ISBN 978-5-906846-31-0 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL :

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785906846310.html>

2. Теория металлургических процессов : методика расчета и оптимизации состава шихты при плавке литейных сталей и чугунов [Электронный ресурс] / Тен Э.Б. - М. : МИСиС, 2016. -

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785906846310.html>

3. Лузгин, В. П. Теория и технология металлургии стали : Энергетика, технология и экология сталеплавильных процессов / Лузгин В. П. , Ко-

сырев К. Л. , Комолова О. А. - Москва : МИСиС, 2010. - 67 с. - ISBN 978-5-87623- 319-6. - Текст: электронный// ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785876233196.html> (дата обращения: 10.03.2021). - Режим доступа: по подписке.

4. Медведев, А. С. Современные методы и оборудование металлургии и материаловедения : оборудование гидрометаллургических процессов / Медведев А. С. - Москва: МИСиС, 2016. - 217 с. - ISBN 978-5-906846-02-0. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785906846020.html> (дата обращения:10.03.2021). - Режим доступа: по подписке.

б) дополнительная литература:

1 Основы материаловедения [Электронный ресурс] / Астафьева Е.А., Носков Ф.М., Аникина В.И., Казаков В.С., Фоменко О.Ю. - Красноярск : СФУ, 2013.

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785763827798.html>

2 Металлургия в машиностроении Беларуси: итоги и перспективы научного обеспечения : сб. статей [Электронный ресурс] / Под ред. Е.И. Маруковича и А.А. Шипко - Минск : Белорус. наука, 2016. -

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789850820396.html>

3 Наукоемкие технологии в машиностроении / А.Г. Суслов, Б.М. Базров, В.Ф. Безъязычный и др.; под ред. А.Г. Суслова. М.: Машиностроение, 2012. 528 с.

4 Информационные технологии поддержки жизненного цикла изделий машиностроения: проблемы и решения [Электронный ресурс] / Л.В. Губич [и др.] - Минск : Белорус. наука, 2010. -

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789850812438.html>

в) методические указания:

1. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Теория металлургических процессов». Сост.: Гутько Ю.И., Афошин А.А. Луганск, ЛГУ им. В. Даля, 2020. - 18 с.

2. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Теория металлургических процессов». Сост.: Гутько Ю.И., Афошин А.А. Луганск, ЛГУ им. В. Даля, 2020. - 38 с.

3. Методические указания по выполнению контрольной работы и самостоятельной работы по дисциплине «Теория металлургических процессов». Сост.: Гутько Ю.И., Афошин А.А. Луганск, ЛГУ им. В. Даля, 2020. - 12 с.

г) интернет-ресурсы:

1. Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>
2. Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>
3. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>
4. Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>
5. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>
6. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>
7. Образовательный портал. Учись РФ // [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://xn--h1aa0abgczd7be.xn--p1ai/>
8. Отраслевой портал машиностроения – <http://www.mashportal.ru>
9. Ресурс Машиностроения – . <http://www.i-mash.ru>
10. <http://refleader.ru/jgeyfsotrjgeqas.html>
11. <http://technologies.su>
12. <http://материаловед.рф>

Электронные библиотечные системы и ресурсы

1. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>
2. Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>
3. Научная электронная библиотека Elibrary – Режим доступа: URL: <http://elibrary.ru/>
4. Справочная правовая система «Консультант Плюс» – Режим доступа: URL: <https://www.consultant.ru/sys/>
5. Электронно-библиотечная система «Айбукс.py/ibooks.ru» – <http://ibooks.ru/>
6. Электронно-библиотечная система «BOOK.ru» – <http://www.book.ru/>
7. Электронно-библиотечная система «IPRbooks» – <http://www.iprbookshop.ru/>
8. Платформа «Библиокомплектатор» – <http://www.bibliocomplectator.ru/>
9. Национальная электронная библиотека – <http://нэб.рф>
10. Базы данных издательства Springer – <http://link.springer.com>
11. Электронная библиотека диссертаций – <http://diss.rsl.ru/>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации

Научная библиотека имени А. Н. Коняева – Режим доступа: URL: <http://biblio.dahluniver.ru/>

7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Теория металлургических процессов» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины использованы мультимедийные средства; наборы слайдов или кинофильмов; демонстрационные приборы; при необходимости – средства мониторинга и т.д.

Лекционные занятия: комплект электронных презентаций/слайдов; аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Практические работы: компьютерный класс, презентационная техника (проектор, экран, компьютер/ноутбук), операционная система Windows NT/2000/XP, пакеты ПП (Microsoft Office 2000 (и выше)), специализированное ПО (программа машинного перевода текстов PROMT, программа распознавания текста Fine Reader 8.0), шаблоны отчетов по практическим работам.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет, рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	Far Manager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/

8. Оценочные средства по дисциплине

Паспорт оценочных средств по учебной дисциплине «Теория металлургических процессов»

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижения компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1	ПК-1.	Обеспечение выпуска качественной продукции литейного производства	ПК-1.2. Использует современные технологические процессы и оборудование для приготовления и обработки черных и цветных сплавов.	Физико-химические основы металлургических процессов.	5
				Использование физико-химических методов	5
				Общие положения химической термодинамики и их использование для определения направления	5
				Закон действия масс и константа равновесия химической реакции. Законы распределения. Термодинамическая активность компонента в растворе.	5
				Стандартные состояния и растворы сравнения при определении термодинамической активности компонента раствора. Определение коэффициентов активности компонентов раствора по методу Вагнера.	5
				Направление реакции при изменении условий ее протекания. Определение численного значения константы равновесия реакции по справочным данным.	5
				Лимитирующее звено химической реакции. Порядок химической реакции. Способы определения лимитирующего звена химической реакции.	5
				Реакция окисления углерода и ее роль в организации сталеплавления процессов. Особенности кинетики металлургических реакций.	5
				Значение реакции окисления углерода в сталеплавления процессах. Тепловые эффекты реакций окисления углерода и их влияние на организацию сталеплавления процессов.	5

				Общая термодинамическая характеристика реакций горения газов.	5
				Реакция горения оксида углерода. Реакция горения водорода. Реакция водяного газа.	5
				Общая термодинамическая характеристика реакций газификации углерода. Реакция взаимодействия углерода с углекислым газом.	5
				Реакции полного и неполного горения углерода. Взаимодействие углерода с водяным паром. Реакции вблизи фурменной зоны доменной печи.	5
				Общая термодинамическая характеристика реакций образования и термической диссоциации оксидов.	5
				Упругость диссоциации оксидов. Упругость диссоциации оксидов при образовании растворов.	5
				Термодинамические особенности реакций образования и термической диссоциации оксидов железа.	5
				Физические свойства железа. Влияние температуры на упругость диссоциации оксидов железа.	5
				Восстановление оксидов металлов газообразными восстановителями.	6
				Общая термодинамическая характеристика реакций восстановления. Термодинамическая характеристика реакций восстановления оксидов газами.	6
				Условия восстановления различных оксидов. Минимальный расход газообразного восстановителя.	6
				Восстановление оксидов металлов углеродом. Общая характеристика реакций восстановления оксидов углеродом.	6
				Температура начала восстановления оксида. Особенности реакций прямого восстановления различных оксидов. Восстановление при наличии растворов.	6
				Термодинамические особенности реакций восстановления оксидов железа. Косвенное восстановление оксидов железа.	6

				Восстановление оксидов железа водородом. Прямое восстановление оксидов железа.	6
				Общая термодинамическая характеристика процессов окислительно-восстановительного рафинирования. Возможность удаления кислорода при окислительном рафинировании.	6
				Распределение элементов между взаимодействующими фазами при окислительном рафинировании.	6
				Остаточное содержание примесей в металле. Основные принципы получения заданного химического состава стали.	6
				Растворимость кислорода в железе. Растворимость азота и водорода в железе. Термодинамическая оценка возможной глубины дегазации металла при вакуумной обработке.	6
				Основные способы раскисления металла. Дегазация металла при продувке инертным газом. Термодинамическая оценка возможности окислительной десульфурации металла. Распределение серы между шлаком и металлом.	6
				Термодинамика реакций образования и термической диссоциации карбонатов. Упругость диссоциации карбонатов. Направление реакций в системе $MeCO_3 - MeO - CO_2$.	6
				Металлургические процессы при плавке литейных сплавов. Основные виды взаимодействия фаз при металлургических процессах.	6
				Шлаки в металлургических процессах. Металлургические процессы при плавке стали.	6
				Металлургические процессы при плавке чугуна. Классификация процессов и технологические схемы плавильных печей.	6
				Общая характеристика процесса плавки чугуна. Образование шлака и его влияние на ваграночный процесс.	6

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1.	Обеспечение выпуска качественной продукции литейного производства	ПК-1.2. Использует современные технологические процессы и оборудование для приготовления и обработки черных и цветных сплавов.	Знать: физико-химические основы металлургических процессов, общие положения химической термодинамики; Уметь: применять современные технологические процессы и оборудование для приготовления и обработки черных и цветных сплавов; Владеть: навыками использования физико-химических методов для приготовления и обработки черных и цветных сплавов.	Физико-химические основы металлургических процессов. Использование физико-химических методов Общие положения химической термодинамики и их использование Для определения направления полноты протекания металлургических реакций. Закон действия масс и константа равновесия химической реакции. Законы распределения. Термодинамическая активность компонента в растворе. Стандартные состояния и растворы сравнения при определении термодинамической активности компонента раствора. Определение коэффициентов активности компонентов раствора по методу Вагнера. Направление реакции-изменения условий ее протекания. Определение численного значения константы равновесия реакции по справочным данным. Лимитирующее звено химической реакции. Порядок химической реакции. Способы определения лимитирующего звена химической реакции. Реакция окисления углерода и ее роль в организации сталеплавильных процессов. Особенности кинетики металлургических реакций. Значение реакции окисления углерода в сталеплавильных процессах. Тепловые эффекты реакций окисления углерода и их	Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала, лабораторные работы, рефераты, билеты и тест к экзамену.

				влияние на организацию сталеплавильных процессов. Общая термодинамическая характеристика реакций горения газов. Реакция горения оксида углерода. Реакция горения водорода. Реакция водяного газа. Общая термодинамическая характеристика реакций газификации углерода. Реакция взаимодействия углерода с углекислым газом. Реакции полного и неполного горения углерода. Взаимодействие углерода с водяным паром. Реакции вблизи фурменной зоны доменной печи. Общая термодинамическая характеристика реакций образования и термической диссоциации оксидов. Упругость диссоциации оксидов. Упругость диссоциации оксидов при образовании растворов. Термодинамические особенности реакций образования и термической диссоциации оксидов железа. Физические свойства железа. Влияние температуры на упругость диссоциации оксидов железа. Восстановление оксидов металлов газообразными восстановителями. Общая термодинамическая характеристика реакций восстановления. Термодинамическая характеристика реакций восстановления оксидов газами. Условия восстановления различных оксидов. Минимальный расход газообразного восстановителя. Восстановление оксидов металлов углеродом. Общая характеристика реакций восстановления оксидов углеродом. Температура начала восстановления оксида. Особенности реакций прямого	
--	--	--	--	---	--

				восстановления различных оксидов. Восстановление при наличии растворов.	
				Термодинамические особенности реакций восстановления оксидов железа. Косвенное восстановление оксидов железа.	
				Восстановление оксидов железа водородом. Прямое восстановление оксидов железа.	
				Общая термодинамическая характеристика процессов окислительного рафинирования. Возможность удаления примесей металла при окислительном рафинировании.	
				Распределения элементов между взаимодействующими фазами при окислительном рафинировании.	
				Остаточное содержание примесей в металле. Основные принципы получения заданного химического состава стали.	
				Растворимость кислорода в железе. Растворимость азота и водорода в железе. Термодинамическая оценка возможной глубины дегазации металла при вакуумной обработке.	
				Основные способы раскисления металла. Дегазация металла при продувке инертным газом. Термодинамическая оценка возможности окислительной десульфурации металла. Распределение серы между шлаком и металлом.	
				Термодинамика реакций образования и термической диссоциации карбонатов. Упругость диссоциации карбонатов. Направление реакций в системе $MeCO_3 - MeO - CO_2$.	
				Металлургические процессы при плавке литейных	

				сплавов. Основные виды взаимодействия фаз при металлургических процессах.	
				Шлаки в металлургических процессах. Металлургические процессы при плавке стали.	
				Металлургические процессы при плавке чугуна. Классификация процессов и технологические схемы плавильных печей.	
				Общая характеристика процесса плавки чугуна. Образование шлака и его влияние на ваграночный процесс.	

Фонды оценочных средств по дисциплине «Теория металлургических процессов» для комбинированного контроля усвоения теоретического материала (устно или письменно):

Вопросы для обсуждения:

На какие группы делят цветные металлы?

Что такое руда?

На какие виды делят рудные месторождения по генетической классификации?

На какие типы делят руды по химическому составу, по формам нахождения в природе?

Чем пирометаллургические процессы отличаются от гидрометаллургических? Какова конечная цель пирометаллургического процесса?

Что такое диссоциация? Запишите примеры реакций термической диссоциации?

Что такое диспропорционирование? Запишите пример реакции.

Чем восстанавливают оксиды металлов? Запишите примеры реакций восстановления.

Что такое обжиг? Каковы цели кальцинирующего, окислительного, восстановительного, хлорирующего обжига и обжига агломерацией? Запишите примеры соответствующих реакций.

На какие виды делят рудные плавки? Запишите примеры соответствующих реакций.

Какова цель рафинировочных плавов? На какие виды их делят?

Запишите в общем виде реакцию термической диссоциации и константу равновесия этого процесса.

Назовите критерии прочности соединения.

Что является критерием, разграничивающим конденсатную и газообразную диссоциацию соединения?

Поясните в каких случаях диссоциация называется конденсатной, а когда газообразной?

Нарисуйте график зависимости давления диссоциации от температуры в полулогарифмических координатах.

Проанализируйте влияние исходного давления кислорода в системе на прочность оксида, используя график зависимости давления диссоциации от температуры.

Проанализируйте влияние фазовых превращений на процессы диссоциации.

Сформулируйте принцип А.А. Байкова. Объясните высокотемпературную и низкотемпературную схемы диссоциации оксидов железа.

Запишите схемы диссоциации оксидов и сульфидов меди, а также сульфида железа.

Выведите уравнение для давления диссоциации оксида в случае образования растворов.

Проанализируйте зависимость упругости диссоциации оксида от концентрации MeO в шлаковом расплаве и от концентрации металла в сплаве.

Запишите реакции горения водорода и CO . Опишите термодинамику этих процессов.

Поясните в чем особенность цепных реакций горения водорода и CO ?

Запишите реакции взаимодействия углерода с газообразными окислителями.

Нарисуйте диаграмму равновесия реакции Будуара.

Поясните понятие «кислородный потенциал». Выведите уравнение для расчета кислородного потенциала реакции $2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2$.

Из каких стадий состоит гетерогенный процесс взаимодействия углерода с кислородом?

Выведите уравнение для скорости реакции взаимодействия углерода с кислородом с учетом температурной зависимости диффузионной и кинетической стадий.

Запишите в общем виде реакции восстановления оксидов водородом и CO и соответствующие выражения константы равновесия.

С использованием температурной зависимости равновесных концентраций CO в смеси с CO_2 для реакций восстановления оксидов металлов покажите, что газ некоторого заданного состава является восстановительным для одних оксидов и окислительным для других.

Сформулируйте правило С.Ф. Жемчужного.

Из каких стадий состоит гетерогенный процесс окисления металла кислородом?

Что собой представляет критерий Пиллинга-Бедвордса и для чего его используют?

Запишите линейный, параболический, обратный логарифмический, логарифмический законы окисления.

В чем причины отличия окисления чистых металлов и сплавов?

Запишите в общем виде реакции окисления сульфидов кислородом.

Запишите примеры реакций взаимодействия сульфидов и оксидов.

Проанализируйте влияние различных факторов на кинетику окисления сульфидов.

Каковы особенности окисления жидких сульфидов?

Какова цель окислительного рафинирования? Из каких стадий состоит этот процесс? Проанализируйте, от чего зависит остаточное содержание (активность) примеси в ванне.

Как и почему влияет температура на реакцию окислительного рафинирования?

Приведите пример окислительного рафинирования металла с введением химически активных добавок.

Покажите, как осуществляют окислительное рафинирование металлов с получением газообразных продуктов на примере удаления углерода из железа.

Что такое раскисление? Чем определяется результат раскисления?

Перечислите требования к раскислителю.

Перечислите функции металлургических шлаков.

Охарактеризуйте состав шлаков. Что такое кислотность и основность шлака?

Перечислите основные положения молекулярной теории строения жидких шлаков.

Каковы основные положения ионной теории строения жидких шлаков?

Опишите изменения, происходящие при плавлении кремнезема и при введении в расплав кремнезема оксидов-модификаторов.

Какие оксиды относят к модификаторам и к сеткообразователям?

Как изменяется поверхностное натяжение шлаков при изменении температуры и состава?

Как изменяется плотность шлаков при изменении температуры и состава?

Раскройте понятие «вязкость». Как изменяется вязкость шлаков при изменении температуры и состава?

Поясните из чего складывается электропроводность жидких шлаков? Как изменяется электропроводность шлаков при повышении температуры?

Как зависит от температуры скорость диффузии ионов в расплаве? Запишите уравнение температурной зависимости коэффициента диффузии. Запишите уравнение Нернста-Эйнштейна.

Каковы формы нахождения цветных металлов в промышленных шлаках? Охарактеризуйте электрохимические и механические потери металлов со шлаками.

Что означает ликвация? Запишите уравнение Стокса, укажите границы его применимости.

Опишите процессы ликвационного рафинирования металлов (свинца, олова).

В чем состоят особенности кристаллизации в системах с твердыми растворами? Дайте определение равновесного и эффективного коэффициентов распределения примеси.

Опишите методы очистки металлов направленной кристаллизацией, назовите основные параметры процесса.

Что такое зонная плавка?

Запишите уравнения Клапейрона-Клаузиуса, Томсона-Кельвина.

Сформулируйте законы Рауля, Коновалова, Дальтона.

Как осуществляют перегонку двухкомпонентных жидкостей? Какие физико-химические закономерности лежат в основе этого процесса?

Поясните, что такое ректификация? Приведите примеры применения ректификации для разделения хлоридов металлов.

В чем заключаются особенности испарения металлов в вакууме? Опишите перегонку металлов в вакууме, укажите ее отличительные особенности.

**Критерии и шкала оценивания по оценочному средству –
комбинированный контроль усвоения теоретического материала**

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Ответ дан на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
4	Ответ дан на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
3	Ответ дан на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
2	Ответ дан на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

Темы рефератов:

Техническая классификация металлов.

Химико-металлургическая характеристика сырья для получения металлов.

Промышленные минералы, руды и концентраты цветных металлов.

Роль обогащения.

Необходимость комплексного использования сырья.

Металлургические процессы. Их классификация.

Краткая характеристика пиро-, гидра- и электрометаллургических процессов.

Типичные схемы производства цветных металлов.

Пирометаллургические процессы. Обжиг руд и концентратов, виды, аппаратурное оформление процесса.

Процессы восстановления в металлургии.

Восстановление твердым углеродом, газообразными восстановителями, металлотермическое восстановление.

Плавка в сульфидных системах.

Штейны как продукт сульфидной плавки, их состав и свойства (температура плавления, плотность, вязкость, теплосодержание).

Сульфидирование при взаимодействии оксидов и сульфидов различных металлов. Конвертирование штейнов.

Автогенные процессы в цветной металлургии.

Металлургические шлаки, назначение, свойства, химический состав.

Физико-химические основы процессов выделения. Электрометаллургические процессы. Катодные процессы при электровыделении металлов. Требования к катодным осадкам. Факторы, влияющие на структуру осадка. Выделение водорода.

Анодные процессы. Растворимые и нерастворимые аноды.

Электрорафинирование. Выбор материала анодов.

Электролиз расплавленных солей

Исходные материалы доменной плавки, агломерация руды.

Процессы в доменной печи. Продукты плавки (чугун, шлак, доменный газ).

Производство стали. Суть процесса.

Конвертерный и мартеновский переделы чугуна на сталь.

Выплавка стали и сплавов в электропечах.

Использование вторичных ресурсов.

Экологические проблемы черной металлургии.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству реферат

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Реферат представлен на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.). Оформлен в соответствии с требованиями, предъявляемыми к данному виду работ.
4	Реферат представлен на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.). В оформлении допущены некоторые неточности в соответствии с требованиями, предъявляемыми к данному виду работ.
3	Реферат представлен на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет

	в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.). В оформлении допущены ошибки в соответствии с требованиями, предъявляемыми к данному виду работ.
2	Реферат представлен на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

Практические задания

Сформулировать первый закон термодинамики. Усвоить общие сведения о его практическом применении для химических реакций.

Сформулировать закон Гесса и его усвоить его применение для термохимических расчетов.

Изучить фазовые превращения 1 -го рода и их учет при термохимических расчетах.

Ознакомиться с справочной литературой по определению стандартных значений термодинамических величин.

Раскрыть понятие о самопроизвольных и обратимых процессах.

Раскрыть суть второго закона термодинамики.

Раскрыть суть термодинамической вероятности и энтропии.

Произвести расчеты изменения энтропии при изобарическом нагреве веществ и в химических равновесиях.

Раскрыть суть третьего закона термодинамики.

Изменение свободной энергии Гиббса - критерий направленности физико-химических процессов и мера химического сродства веществ.

Химическое сродство веществ к кислороду - термодинамическая оценка их раскислительной способности.

Нестандартное состояние в термодинамике. Основы теории растворов.

Парциальные молярные свойства. Понятие о химическом потенциале.

Идеальные и реальные растворы.

Закон Рауля. Закон Генри.

Термодинамическая активность компонентов в идеальных и реальных растворах.

Коэффициент активности компонента в растворе.

Константа равновесия химической реакции и способы ее выражения и определения.

Уравнение изобары химической реакции.

Уравнение изотермы химической реакции.

Явление диффузии. Диффузия в твердых телах.

Опишите механизм диффузии. Коэффициент диффузии.

Диффузия как активационный процесс.

Поверхностные явления. Поверхностное и межфазное натяжение (энергия).

Факторы, влияющие на поверхностное и межфазное натяжение.

Адсорбция компонентов из газовой фазы и в растворах.

Условия смачивания. Краевой угол смачивания.

Адгезия и когезия фаз. Механизм и кинетика растекания.

Кинетика высокотемпературных химических реакций. Гомогенные и гетерогенные реакции. Скорость химических реакций. Закон действующих масс.

Энергия активации химической реакции.

Кинетика гомогенных реакций. Кинетическая классификация гомогенных реакций.

Молекулярность и порядок химической реакции.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству практическое задание

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Задание выполнено на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
4	Задание выполнено на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
3	Задание выполнено на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
2	Задание выполнено на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

Комплект оценочных материалов по дисциплине

«Теория металлургических процессов»

Тест к экзамену

1. Выберите один правильный ответ

Какой из процессов не относится к металлургии черных металлов?

- А) Плавка чугуна
- Б) Обогащение руд
- В) Плавка меди

Г) Процесс переработки стали

2. Выберите один правильный ответ

Какое из следующих веществ является восстановителем в процессе получения металлов из оксидов?

- А) Диоксид углерода
- Б) Углерод
- В) Азот
- Г) Кислород

3. Выберите один правильный ответ

Какой металл не является сплавом на основе железа?

- А) Сталь
- Б) Чугун

- В) Латунь
- Г) Нержавеющая сталь

4. Выберите один правильный ответ

Какой из процессов металлургии используется для получения чистых металлов из их руд?

- А) Литье
- Б) Плавка (правильный ответ)
- В) Обработка давлением
- Г) Обогащение

5. Соотнесите виды металлургических процессов с их описаниями. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

Виды процессов	Описания
1) Плавка	А) Превращение веществ в твердую форму
2) Обогащение руд	Б) Процесс удаления примесей и получения чистого металла
3) Искусственное старение	В) Применение термической обработки для улучшения свойств
4) Литье	Г) Разделение руды на обогащенный и бедный концентрат

6. Соотнесите процессы с их описаниями. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

Процессы	Описания
1) Пирометаллургия	А) Процесс получения металлов при высоких температурах
2) Гидрометаллургия	Б) Извлечение металлов из растворов
3) Обогащение	В) Удаление примесей из руды
4) Системы легирования	Г) Добавление легирующих элементов в сплав

7. Сопоставьте металл с его типичным оксидом. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

Металл	Оксид
1) Железо	А) CuO
2) Медь	Б) FeO
3) Никель	В) NiO
4) Цинк	Г) ZnO

8. Сопоставьте металл с его свойствами или процессом, связанным с его получением. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

Металл	Свойство или процесс
1) Железо	А) Пирометаллургия
2) Алюминий	Б) Высокая коррозионная стойкость

- 3) Медь
- 4) Титан

- В) Отличная электропроводность
- Г) Способность к легированию

9. Установите правильную последовательность этапов переработки металлической руды:

- А) Добыча руды
- Б) Обогащение руды
- В) Плавка
- Г) Формирование готового изделия

10. Установите последовательность основных стадий процесса получения чугуна:

- А) Получение кокса
- Б) Подготовка руды
- В) Выплавка чугуна
- Г) Обогащение руды

11. Установите правильную последовательность операций в процессе получения стали:

- А) Выплавка чугуна
- Б) Обогащение руды
- В) Переработка чугуна в сталь
- Г) Охлаждение и обработка стали

12. Установите правильную последовательность этапов получения металлов:

- А) Добыча руды
- Б) Обогащение руды
- В) Плавка
- Г) Производство изделий

13. Металлургические процессы можно разделить на _____.

14. Металлы можно добывать из руды с помощью таких процессов, как _____.

15. Процесс переработки руды, в ходе которого извлекается металл из его соединений, называется _____.

16. Как называется процесс добавления в металл или сплав малых количеств других элементов для улучшения его свойств?

17. Как называется продукт, образующийся при плавке руд, состоящий из расплавленных минералов и примесей, которые отделяются от металла?

18. Дайте название методу получения металлов из руд при высоких температурах.

19. Как первое и вторичное сырьё влияют на процессы получения металлов и их чистоту?

20. Как выполняется процесс обогащения руды и какие методы используются в этом процессе?

21. Каковы основные методы переработки руды и их влияние на качество конечного продукта?

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству – экзамен

Шкала оценивания	Характеристика знания предмета и ответов
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.

Вопросы к зачету.

1. Термодинамика реакций горения газов.
2. Кислородный потенциал и окислительно-восстановительные свойства газовой фазы.
3. Термодинамика реакций горения твердого углерода.
4. Механизм гомогенных реакций горения.
5. Основные положения теории цепных реакций.
6. Механизм гетерогенных реакций горения.
7. Основные характеристики топлива, используемого в металлургическом производстве.
8. Графическое изображение условий равновесия в системе «оксид железа - кислород».
9. Области устойчивости различных оксидов.
10. Связь упругости диссоциации с дисперсностью веществ.
11. Условия зарождения и роста кристаллов новой фазы.

12. Кинетические особенности реакций образования и диссоциации карбонатов, оксидов, сульфидов.
13. Механизм высокотемпературного окисления железа и его сплавов.
14. Изменение толщины окалины железа во времени. Влияние температуры на скорость окисления.
15. Структура окалины.
16. Общая характеристика окислительно-восстановительных процессов.
17. Термодинамика восстановления оксидов газами.
18. Термодинамика восстановления оксидов твердым углеродом.
19. Сравнение водорода и монооксида углерода как восстановителей.
20. Графическое изображение условий равновесия.
21. Восстановление оксидов при образовании растворов.
22. Кинетические особенности восстановления оксидов газами.
23. Кинетические особенности восстановления оксидов твердым углеродом.
24. Восстановление оксидов железа монооксидом углерода и водородом.
25. Диссоциация оксидов при участии растворов.
26. Ряд элементов по химическому сродству к кислороду и его использование при анализе поведения элементов в металлургических процессах.
27. Распределение компонентов между металлом и шлаком. Окислительные свойства шлаков.
28. Направление окислительных реакций.
29. Ионные расплавы в современной технике.
30. Химический и минералогический состав шлаков. Классификация шлаков.
- 31.

32. Термодинамика реакций образования и диссоциации карбонатов оксидов.
33. Диссоциация оксидов железа.
34. Принцип последовательности превращения А.А. Байкова.
35. Молекулярная теория шлаков.
36. Основы ионной теории шлаков. Природа связей в силикатах.
37. Статические свойства шлаков (активность компонентов, поверхностное натяжение, плотность и др.).
38. Динамические свойства шлаков (вязкость, электропроводность, коэффициент диффузии и др.).
39. Современные воззрения на структуру и строение жидких металлов.
40. Физические свойства металлов.
41. Термодинамические и кинетические характеристики процессов окисления углерода в жидких металлах.
42. Термодинамика процессов десульфурации.
43. Кинетические особенности процессов десульфурации.
44. Термодинамика процессов дефосфорации.
45. Механизм реакции дефосфорации.
46. Дефосфорация в восстановительных условиях.
47. Диаграммы состояния металлических систем.
48. Диаграммы состояния шлаковых систем.
49. Диаграммы состояния многокомпонентных систем.
50. Процессы испарения из жидких сплавов.
51. Дистилляция и ректификация.
52. Способы ливационного рафинирования металлов.
53. Лабораторные исследования вязкости шлаковых расплавов.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству - зачет

Характеристика знания предмета и ответов	Зачеты
Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.	зачтено
Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.	
Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно четкие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.	
Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.	не зачтено

Форма листа изменений и дополнений, внесенных в ФОС

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)