

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»
Нижнетагильский технологический институт (филиал)

УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора

М.В. Миронова

«11» июня 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Модуль Теоретические основы производства черных металлов	Код модуля М.1.17
Образовательная программа Инженерные решения для современного производства	Код ОП 07-29.00.00/44.02
Направление подготовки Металлургия	Код направления и уровня подготовки 22.03.02

Нижний Тагил, 2026

Программа модуля и программ дисциплин составлены авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Пыхтеева Ксения Борисовна	канд. техн. наук, доцент	доцент	кафедра металлургических технологий

Руководитель модуля «согласовано в электронном виде» К.Б. Пыхтеева

Рекомендовано:

Учебно-методическим советом НТИ (филиала) УрФУ

Председатель учебно-методического совета

«согласовано в электронном виде»

М.В. Миронова

Протокол № 5 от 11.06.2026 г.

Согласовано: «согласовано в электронном виде»

Руководитель ОП «Инженерные решения для современного производства» Т.Н. Андреева

И.о. начальника ОООД «согласовано в электронном виде» Л.Ю. Лунькова

Инженер (ведущий) РИОЦ «согласовано в электронном виде» А.В. Катаева

Раздел 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ «ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОИЗВОДСТВА ЧЕРНЫХ МЕТАЛЛОВ»

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль «Теоретические основы производства черных металлов» входит в систему модулей, образовательной программы Инженерные решения для современного производства, уровень подготовки – высшее базовое образование. Представляет собой логически завершённую по содержанию, методическому обеспечению самостоятельную учебную единицу, ориентированную на формирование целостной группы взаимосвязанных компетенций, относящихся к конкретному результату обучения.

Модуль М.1.17. «Теоретические основы производства черных металлов» включен в часть по выбору студента учебного плана. Состоит из двух дисциплин: «Механика газов, сыпучих и жидких сред» (1.17.1), «Теория металлургических процессов» (1.17.2). Модуль направлен на подготовку студентов для работы с современными металлургическими технологиями, их назначением и значимостью в производственном процессе.

В учебном процессе широко используются современные образовательные технологии, лабораторное оборудование и приборы, активные и интерактивные формы обучения.

1.2. Структура и объем модуля

№ п/п	Перечень дисциплин модуля	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах и часах	Форма итоговой промежуточной аттестации по дисциплинам модуля и в целом по модулю
1.	Механика газов, сыпучих и жидких сред	2/72	зачет
2.	Теория металлургических процессов	2/72	зачет
ИТОГО по модулю:		4/144	не предусмотрено

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Основы инженерных знаний
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Технологические процессы производства чугуна

1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Изучение дисциплин модуля предусматривает формирование компетенций посредством последовательного освоения результатов обучения на определенном уровне сложности содержания.

Результаты обучения по дисциплине – это конкретные знания, умения, опыт и другие

результаты (содержательные компоненты компетенций), которых планируется достичь на этапе изучения дисциплины модуля и которые должны будут продемонстрированы обучающимися и оценены преподавателем по индикаторам/измеряемым критериям, включенным в формулировку результатов обучения.

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины.

Индикаторы учитываются при выборе и составлении заданий контрольно-оценочных мероприятий (оценочных средств) текущей и промежуточной аттестации.

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Механика газов, сыпучих и жидких сред	ОПК 2. Способен разрабатывать концепцию, создавать САД-модели, выполнять базовые инженерные расчёты (прочностные, динамические, тепловые), проводить расчётную верификацию и оформлять документацию по стандартам	Знать: - методы базовых инженерных расчётов. Уметь: - выполнять базовые инженерные расчёты и анализировать их результаты. Владеть: - навыками выполнения базовых инженерных расчётов.
	ОПК 5. Способен обоснованно выбирать материалы для изделий и технологических процессов на основе анализа их физико-механических и технологических свойств, а также применять методы формообразования и обработки для обеспечения требуемых эксплуатационных характеристик.	Знать: - принципы связи материала, технологии изготовления и эксплуатационных характеристик изделия. Уметь: - оценивать влияние технологии изготовления на качество и ресурс изделия. Владеть: - навыками обеспечения требуемых характеристик изделия на основе выбора материала и технологии.
	ПК 2 – способен анализировать состояния оборудования, режимов загрузки шихтовых материалов на шихтоподаче и загрузочном устройстве	Знать: - основные понятия и законы движения газов, сыпучих материалов и жидких сред. Уметь: - выполнять расчеты потерь давления при истечении дутья из фурмы, при истечении расплавов из металлургической печи,

	доменной печи	времени выпуска продуктов плавки и др. Владеть: - навыками использования справочной литературы для проведения расчетов.
Теория металлургических процессов	ОПК 1. Способен выявлять техническую проблему, формулировать проектную задачу, планировать эксперименты, выполнять измерения и интерпретировать данные	Знать: - основы статистической обработки, анализа и интерпретации экспериментальных данных. Уметь: - планировать и проводить эксперименты, выполнять измерения и обрабатывать результаты. Владеть: - навыками обработки, анализа и интерпретации экспериментальных данных.
	ОПК 2. Способен разрабатывать концепцию, создавать САД-модели, выполнять базовые инженерные расчёты (прочностные, динамические, тепловые), проводить расчётную верификацию и оформлять документацию по стандартам	Знать: - методы базовых инженерных расчётов. Уметь: - выполнять базовые инженерные расчёты и анализировать их результаты. Владеть: - навыками выполнения базовых инженерных расчётов.
	ОПК 6. Способен понимать логику производства, внедрения, масштабирования и сопровождения продукта или процесса	Знать: - особенности масштабирования технических решений. Уметь: - оценивать готовность решения к внедрению и масштабированию. Владеть: - навыками учета производственных ограничений при разработке решений.

1.5. Форма обучения

Реализация модуля предусмотрена для обучающихся по очной форме.

РАЗДЕЛ 2. ПРОГРАММЫ МОДУЛЯ «ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОИЗВОДСТВА ЧЕРНЫХ МЕТАЛЛОВ»

2.1. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ «МЕХАНИКА ГАЗОВ, СЫПУЧИХ И ЖИДКИХ СРЕД»

2.1.1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1.1.1. Технологии обучения, используемые при изучении дисциплины модуля

При изучении дисциплины применяется традиционная (репродуктивная) технология обучения.

2.1.1.2. Планируемые результаты обучения (индикаторы) по дисциплине

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
ОПК 2. Способен разрабатывать концепцию, создавать САD-модели, выполнять базовые инженерные расчёты (прочностные, динамические, тепловые), проводить расчётную верификацию и оформлять документацию по стандартам	Знать: - методы базовых инженерных расчётов. Уметь: - выполнять базовые инженерные расчёты и анализировать их результаты. Владеть: - навыками выполнения базовых инженерных расчётов.
ОПК 5. Способен обоснованно выбирать материалы для изделий и технологических процессов на основе анализа их физико-механических и технологических свойств, а также применять методы формообразования и обработки для обеспечения требуемых эксплуатационных характеристик.	Знать: - принципы связи материала, технологии изготовления и эксплуатационных характеристик изделия. Уметь: - оценивать влияние технологии изготовления на качество и ресурс изделия. Владеть: - навыками обеспечения требуемых характеристик изделия на основе выбора материала и технологии.
ПК 2 – способен анализировать состояния оборудования, режимов загрузки шихтовых материалов на шихтоподаче и загрузочном устройстве доменной печи	Знать: - основные понятия и законы движения газов, сыпучих материалов и жидких сред. Уметь: - выполнять расчеты потерь давления при истечении дутья из фурмы, при истечении расплавов из металлургической печи, времени выпуска продуктов плавки и др. Владеть: - навыками использования справочной литературы для проведения расчетов.

2.1.1.3. Содержание дисциплины

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины	Содержание
P1	Основные свойства жидкостей и газов	Плотность и вязкость. Введение в дисциплину. Понятие жидкости. Плотность жидкостей. Вязкость жидкостей Поверхностное натяжение жидкости. Понятие поверхностного натяжения. Явление смачивания. Вспенивание. Коалесценция и коагуляция диспергированных частиц. Флотация дисперсной фазы. Основы кристаллизации. Равновесие жидкости, и газа. Понятие напряженного состояния жидкости. Гидростатическое давление и его свойства. Дифференциальное уравнение равновесия жидкости. Уравнение поверхности уровня. Распределение давления в покоящейся жидкости. Относительное движение жидкости в поле силы тяжести.
P2	Основы кинематики и динамики	Основы кинематики и динамики жидкости и газов. Понятие кинематики жидкостей и газов. Методы Лагранжа и Эйлера. Уравнение неразрывности. Принцип сохранения массы жидкости для любой определенной системы. Уравнение баланса импульса. Принцип сохранения импульса. Уравнение Навье-Стокса. Уравнение Бернулли. Понятие ламинарного и турбулентного режимов движения жидкости. Понятие турбулентного и ламинарного режимов движения жидкостей. Число Рейнольдса. Турбулентные касательные напряжения и турбулентная вязкость.
P3	Потери энергии при движении жидкости и газов	Основные понятия. Потери на трение. Основные уравнения для расчета потерь энергии при движении жидкости и газа. Потери энергии на трение. Потери энергии на местные сопротивления. Внезапное расширение: Диффузоры. Внезапное сужение: Конфузоры. Потери давления на поворотах. Гидравлический расчет трубопроводов.
P4	Истечение жидкостей и газов	Истечение жидкостей и газов из отверстий. Истечения жидкостей и газов из отверстий. Гидравлический расчет истечения жидкостей из отверстий. Истечение из малых отверстий. Истечение из емкости. Истечение жидкостей и газов через насадки. Истечения жидкостей через насадки. Коэффициенты истечения и их зависимость от числа Рейнольдса. Истечение жидкости при переменном уровне.

		Гидравлический расчет открытых русел. Особенности открытых русел. Определение средней скорости течения и проходящего расхода. Основные уравнения для гидравлического расчета открытых русел. Истечение несжимаемого газа. Понятие несжимаемого газа. Схемы истечения газа. Расчет потерь давления и расхода при истечении газов. Сопло Лаваля. Фильтрация жидкостей и газов. Понятие фильтрации. Идеальный материал. Закон фильтрации. Фильтрационная способность материала. Воздухопроницаемость ограждающих конструкций.
P5	Осаждение (всплывание) твердых, жидких и газообразных частиц в жидкости	Движение двухфазных потоков в трубопроводах. Течение двухфазных сред. Режимы течения двухфазных потоков. Основы расчета пневмотранспорта. Лобовое сопротивление. Лобовое сопротивление при обтекании твердого тела. Уравнения для расчета равномерного осаждения (всплывания) твердой сферы в неограниченном объеме вязкой жидкости. Гидравлическая крупность, скорость витания. Осаждение (всплывание) капель жидкости и газовых пузырей. Особенности осаждения (всплывания) капель жидкости и газовых пузырей. Методика расчета скорости осаждения (всплывания) газовых пузырей и капель жидкости.
P6	Механика сыпучих сред	Физико-механические свойства сыпучих материалов. Основные понятия и определения. Физико-механические свойства: кусковатость, гранулометрический состав, проходимость, сводообразование, хрупкость, влажность, липкость, сцепление, слеживаемость, плотность, насыпная масса и пр. Основные закономерности выпуска сыпучих материалов. Постоянство расхода сыпучего материала. Факторы, определяющие величину расхода сыпучего материала: коэффициент плотности укладки, угол откоса воронки, фильтрация мелких частиц сыпучего материала во время выпуска. Эллипсоид выпуска. Эллипсоид выпуска. Расчет его объема. Зависимость объема эллипсоида от различных факторов. Эллипсоид разрыхления. Эллипсоид разрыхления. Основные свойства эллипсоида разрыхления. Воронка выпуска. Коэффициент вторичного разрыхления. Эллипсоид равных скоростей. Скорость движения частиц без учета затухания ее в зоне

		разрыхления. Особенность эллипсоидов равных скоростей. Скорость движения частицы в потоке сыпучего материала. Характер распределения скоростей движения частиц. Заключение. Связь дисциплины «Механика жидкостей, газов и сыпучих сред» с другими специальными дисциплинами.
--	--	---

2.1.1.4. Язык реализации программы

Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации.

2.1.2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Электронные ресурсы (издания)

1. Волков, К. Н. Течения газа с частицами [Электронный ресурс] / Волков К. Н. — М. : Физматлит, 2008. — 598 с. — ISBN 978-5-9221-1000-6. (<URL: <http://www.biblioclub.ru/book/68149/>>.)
2. Газовая динамика. Избранное. Том 1. [Электронный ресурс]. — М. : Физматлит, 2005. — 458 с. — ISBN 978-5-9221-0651-1. (<URL: <http://www.biblioclub.ru/book/69495/>>.)
3. Крохалёв, А. А. Гидравлика : учебное пособие : [16+] / А. А. Крохалёв, А. Б. Шушпанников ; Кемеровский государственный университет. — 2-е изд., перераб. и доп. — Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2018. — 147 с. : ил., схем., табл. — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=573804> (дата обращения: 01.06.2026). — Библиогр. в кн. — ISBN 978-5-8353-2313-5. — Текст : электронный.
4. Слабожанин, Г.Д. Гидравлика: практикум (на комплексе «Капелька») [Электронный ресурс] / Г.Д. Слабожанин. — Томск : Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2017. — 144 с. http://drop-let.ru/praktikum/po_obchey_gedravlike.pdf

Печатные издания

1. Шейпак, Анатолий Александрович. Гидравлика и гидропневмопривод : учебник : [в 2-х ч.] / А. А. Шейпак ; МГИУ, Ин-т дистанционного образ. - 5-е изд., перераб. и доп. - М. : Ч. 1 : Основы механики жидкости и газа. - 2006. - 266 с.
2. Лепешкин, А. В. Гидравлика и гидропневмопривод Ч. 2 : Гидравлические машины и гидропневмопривод.: учебник : [в 2-х ч.] [Текст] / А. В. Лепешкин, А. А. Михайлин ; под ред. А. А. Шейпака, МГИУ, Ин-т дистанционного образ. - 4-е изд., доп. и перераб. - М. : - 2007. - 352 с. — 82 экз.
3. Калекин, А. А. Основы гидравлики и технической гидромеханики [Текст] : учеб. пособие для студентов вузов. - Москва : БИНОМ : Мир , 2008. - 280 с. — 10 экз.
4. Лапшев,, Н. Н. Гидравлика [Текст] : учебник / Н. Н. Лапшев. - М. : Академия, 2007. - 272 с. — 8 экз.

Профессиональные базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. <http://lib.urfu.ru/mod/resource/view.php?id=1909>
2. <https://nti.urfu.ru/page/PeriodikaPoObrazovatelnyProgrammam#%D0%9C%D0%B5%D1%82>
3. <https://biblioclub.ru/>
4. <http://www.iprbookshop.ru/586.html>

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

2.1.3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

№ п/п	Вид занятий	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекции	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов, рабочее место преподавателя, доска аудиторная. Компьютерная техника: комплект проекционного оборудования: ноутбук/компьютер, проектор, проекционный экран/доска.	Операционная система Windows, офисный пакет Microsoft Office Система видеоконференций
2	Практические занятия	Учебная аудитория для проведения практических занятий	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов, рабочее место преподавателя, доска аудиторная. Компьютерная техника: комплект проекционного оборудования: ноутбук/компьютер, проектор, проекционный экран/доска. Устройства, подключённые к сети Интернет, доступ в электронную информационно-образовательную среду НТИ (филиала) УрФУ, комплект лицензионного программного обеспечения	Операционная система Windows, офисный пакет Microsoft Office, Система видеоконференций
3	Самостоятельная работа студентов	Помещения для самостоятельной работы обучающихся	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов, рабочее место преподавателя, доска аудиторная. Компьютерная техника:	Операционная система Windows, офисный пакет Microsoft Office, Договор на предоставление

			комплект проекционного оборудования: ноутбук/компьютер, проектор, проекционный экран/доска. Устройства, подключённые к сети Интернет, доступ в электронную информационно-образовательную среду НТИ (филиала) УрФУ, комплект лицензионного программного обеспечения	постоянного доступа к сети Интернет
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов, рабочее место преподавателя, доска аудиторная. Компьютерная техника: комплект проекционного оборудования: ноутбук/компьютер, проектор, проекционный экран/доска. Устройства, подключённые к сети Интернет, доступ в электронную информационно-образовательную среду НТИ (филиала) УрФУ, комплект лицензионного программного обеспечения	Операционная система Windows, офисный пакет Microsoft Office, Система видеоконференций

2.2. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ «ТЕОРИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ»

2.2.1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

2.2.1.1. Технологии обучения, используемые при изучении дисциплины модуля

При изучении дисциплины применяется традиционная (репродуктивная) технология обучения.

2.2.1.2. Планируемые результаты обучения (индикаторы) по дисциплине

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
ОПК 1. Способен выявлять техническую проблему, формулировать проектную задачу, планировать эксперименты, выполнять измерения и	Знать: - основы статистической обработки, анализа и интерпретации экспериментальных данных. Уметь: - планировать и проводить эксперименты, выполнять измерения и обрабатывать результаты. Владеть:

интерпретировать данные	- навыками обработки, анализа и интерпретации экспериментальных данных.
ОПК 2. Способен разрабатывать концепцию, создавать CAD-модели, выполнять базовые инженерные расчёты (прочностные, динамические, тепловые), проводить расчётную верификацию и оформлять документацию по стандартам	Знать: - методы базовых инженерных расчётов. Уметь: - выполнять базовые инженерные расчёты и анализировать их результаты. Владеть: - навыками выполнения базовых инженерных расчётов.
ОПК 6. Способен понимать логику производства, внедрения, масштабирования и сопровождения продукта или процесса	Знать: - особенности масштабирования технических решений. Уметь: - оценивать готовность решения к внедрению и масштабированию. Владеть: - навыками учета производственных ограничений при разработке решений.

2.2.1.3. Содержание дисциплины

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины	Содержание
P1	Управление физико-химическими и металлургическими процессами	ПРЕДМЕТ И ЗАДАЧИ КУРСА. Его связь с другими дисциплинами. Значение курса для подготовки металлурга. ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ, ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ И КИНЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ. Применение первого начала термодинамики к металлургическим реакциям. Основные понятия и определения. Энтальпия. Стандартные условия для термохимических расчетов. Закон Гесса, вычисление теплового эффекта реакции. Теплосодержание веществ. Зависимость теплового эффекта от температуры. Второе начало термодинамики и его применение к физико-химическим процессам в металлургии. Энтропия. Энергия Гиббса и учение о равновесии в гомогенных системах. Вычисление энергии Гиббса и констант равновесия для типовых металлургических реакций. Изотермные потенциалы. Зависимость изотермных потенциалов от температуры. Химическое сродство элементов к кислороду. Максимальная работа, как мера химического сродства. РАВНОВЕСИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ

		СИСТЕМ. Закон действующих масс для гомогенной системы Закон действующих масс для гетерогенной системы Равновесие в гетерогенных системах и правило фаз Гиббса-Коновалова. Принцип Ле Шателье. Оценка направления металлургического процесса Температурная зависимость константы равновесия Изобара химической реакции Расчет равновесного состава газовой фазы. Константы равновесия в гетерогенных системах. Закон Генри – Дальтона Закон Сиверста Растворы. Закон Рауля, закон распределения. Растворимость газов, жидкостей и твердых тел в жидкостях. Равновесие двух фаз в растворах ЭНЕРГИЯ АКТИВАЦИИ И ЗАВИСИМОСТЬ СКОРОСТЕЙ РЕАКЦИЙ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ. Кинетика гетерогенных процессов. Влияние диффузии. Кинетический и диффузный режим реакций в металлургических процессах.
P2	Металлургические процессы и особенности их	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. ТЕРМОДИНАМИКА РЕАКЦИЙ ОБРАЗОВАНИЯ И ТЕРМИЧЕСКОЙ ДИССОЦИАЦИИ КАРБОНАТОВ. Упругость диссоциации карбонатов. Направление реакций в системе $\text{MeCO}_3 - \text{MeO} - \text{CO}_2$. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ОКСИДОВ МЕТАЛЛОВ ГАЗООБРАЗНЫМИ ВОССТАНОВИТЕЛЯМИ. Общая термодинамическая характеристика реакций восстановления. Термодинамическая характеристика реакций восстановления оксидов газами. Условия восстановления различных

		оксидов. Минимальный расход газообразного восстановителя при восстановлении различных оксидов. 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. Остаточное содержание примесей, оксиды которых образуют самостоятельную конденсированную фазу. Остаточное содержание примесей, оксиды которых растворяются в шлаке. Остаточное содержание примесей, оксиды которых являются газообразными соединениями. Основные принципы получения заданного химического состава стали. РЕАКЦИЯ ОКИСЛЕНИЯ УГЛЕРОДА И ЕЕ РОЛЬ В ОРГАНИЗАЦИИ СТАЛЕПЛАВИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ. Особенности кинетики металлургических реакций. Значение реакции окисления углерода в сталеплавиельных процессах. Тепловые эффекты реакций окисления углерода и их влияние на организацию сталеплавиельных процессов. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ДЕСУЛЬФУРАЦИИ РАСПЛАВОВ ЖЕЛЕЗА ШЛАКОМ. Термодинамическая оценка возможности окислительной десульфурации металла. Распределение серы между шлаком и металлом. 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.
--	--	---

2.2.1.4. Язык реализации программы

Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации.

2.2.2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Печатные издания

1. Тимофеева А. С. Теплофизика металлургических процессов [Текст] : учеб. пособие для студ. высш. учеб. завед., обуч. по напр. "Металлургия" / А. С. Тимофеева, В. В. Федина ; под ред. А. С. Тимофеевой. - Старый Оскол : ТНТ, 2014. - 136 с.
2. Процессы вторичного окисления железа : учебное пособие / А. С. Тимофеева, Т. В. Никитченко, Е. С. Тимофеев [и др.]. - Старый Оскол : ТНТ, 2020. - 116 с. : ил. - Приложения: с. 96-113. - Библиогр.: с. 114-115 (25 назв.). - Гриф. - ISBN 978-5-94178-648-0 : 2 экз.

Профессиональные базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. <http://lib.urfu.ru/mod/resource/view.php?id=1909>
2. <https://nti.urfu.ru/page/PeriodikaPoObrazovatelnyProgrammam#%D0%9C%D0%B5%D1%82>
3. <https://biblioclub.ru/>
4. <http://www.iprbookshop.ru/586.html>

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

2.2.3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

№ п/п	Вид занятий	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекции	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов, рабочее место преподавателя, доска аудиторная. Компьютерная техника: комплект проекционного оборудования: ноутбук/компьютер, проектор, проекционный экран/доска.	Операционная система Windows, офисный пакет Microsoft Office, Система видеоконференций

2	Практические занятия	Учебная аудитория для проведения практических занятий	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов, рабочее место преподавателя, доска аудиторная. Компьютерная техника: комплект проекционного оборудования: ноутбук/компьютер, проектор, проекционный экран/доска. Устройства, подключённые к сети Интернет, доступ в электронную информационно-образовательную среду НТИ (филиала) УрФУ, комплект лицензионного программного обеспечения	Операционная система Windows, офисный пакет Microsoft Office, Система видеоконференций
3	Самостоятельная работа студентов	Помещения для самостоятельной работы обучающихся	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов, рабочее место преподавателя, доска аудиторная. Компьютерная техника: комплект проекционного оборудования: ноутбук/компьютер, проектор, проекционный экран/доска. Устройства, подключённые к сети Интернет, доступ в электронную информационно-образовательную среду НТИ (филиала) УрФУ, комплект лицензионного программного обеспечения	Операционная система Windows, офисный пакет Microsoft Office, Договор на предоставление постоянного доступа к сети Интернет
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов, рабочее место преподавателя, доска аудиторная. Компьютерная техника: комплект проекционного оборудования:	Операционная система Windows, офисный пакет Microsoft Office, Система видеоконференций

			ноутбук/компьютер, проектор, проекционный экран/доска. Устройства, подключённые к сети Интернет, доступ в электронную информационно- образовательную среду НТИ (филиала) УрФУ, комплект лицензионного программного обеспечения	
--	--	--	--	--