Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра металлургии черных металлов и химической технологии

УТВЕРЖДАЮ
Директор института передовых инженерных технологий
_____ И.Ю. Кольчурина
подпись
«____» _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Процессы прямого восстановления железа

22.03.02 «Металлургия»
(направленность (профиль): «Цифровая металлургия»)

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная форма

Срок обучения: 4 года

Год начала подготовки 2023

Новокузнецк
2023

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: 861a8d56fc2cfb6de53bd665403c592fd02b1419
Владелец: Ректор Юрьев Алексей Борисович
Действителен: с 12 февраля 2024 г. по 7 мая 2025 г.
Дата и время: 01-03-2024 00:49:18 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– Формирование у обучающихся знаний о процессах прямого восстановления железа, позволяющих снизить "углеродный след" и улучшить экологические показатели металлургического предприятия.

Задачами учебной дисциплины являются:

– Формирование у обучающихся базовых теоретических знаний о физико-химических процессах, закономерностях и методах прямого получения железа;;
– Формирование у обучающихся знаний о процессах, обеспечивающих снижение себестоимости металла за счет замены кокса альтернативными видами восстановителей.;
– Формирование навыков расчета процессов прямого восстановления железа.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам (модулям) по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 22.03.02 «Металлургия».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Теория и технология подготовки сырья;
– Теория и технология производства чугуна;
– Теоретические основы производства стали;
– Основы технологии производства продукции (оказания услуг);
– Теплотехника;
– Термодинамика и кинетика металлургических процессов;
– Основы производства и обработки металлов;
– Огнеупоры для металлургического производства;
– Экологические аспекты металлургического производства.

Учебная дисциплина дополняет знания, умения и навыки, получаемые по одновременно изучаемым и последующим дисциплинам:

– Перспективные направления развития металлургии чугуна;
– Конструкции агрегатов сталеплавильного производства;
– Технологии производства и применения альтернативных шихтовых материалов.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Профессиональные компетенции

Наименование категории (группы) ПК	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Планируемые результаты обучения
	ПК-1: Способен определять организационно-технические меры по выполнению технологических процессов в металлургии черных металлов	ПК-1.1 Анализирует технологические процессы черной металлургии	– знать: современные технологии выплавки и внеагрегатной обработки передельного чугуна и внедоменного получения чугуна и губчатого железа;. – уметь: выполнять расчет показателей процессов производства окатышей и методов прямого получения железа;. – владеть: методами анализа и контроля технологических процессов черной металлургии..
		ПК-1.2 Определяет рациональные варианты технологии получения готовой продукции металлургического производства	– знать: состав и показатели качества шихтовых материалов, используемых при производстве железа методами прямого восстановления;. – уметь: определять рациональные варианты технологии получения готовой продукции металлургического производства;. – владеть: навыками анализа методов внедоменного получения железа..
		ПК-1.3 Разрабатывает технологические процессы черной металлургии на основе современных технико-экономических требований	– знать: требования и рекомендации к сырью и технологическим решениям, предъявляемых в процессах прямого получения железа;. – уметь: определять

			технико-экономические показатели процессов внедоменного получения чугуна;. – владеть: навыками разработки технологических схем с учетом требований оптимальных технико-экономических показателей производства..

4 Объем и содержание учебной дисциплины

Учебные занятия по учебной дисциплине проводятся в форме контактной работы и в форме самостоятельной работы обучающихся.

Контактная работа включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы), промежуточную аттестацию обучающихся и иные формы взаимодействия обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации ООП на иных условиях, в том числе при проведении промежуточной аттестации обучающихся. Контактная работа может проводиться с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		***ИТОГО***	***7 семестр***
Форма промежуточной аттестации			*зачет*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***180***	*180*
	зачетных единиц	***5***	*5*
Лекции, *академ. час.*		***48***	*48*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Практические занятия, *академ. час.*		***32***	*32*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Курсовая работа / проект, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Консультации, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*		***91***	*91*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Контроль, *академ. час.*		***9***	*9*
в форме практической подготовки		***0***	*0*

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Современное состояние, проблемы и возможные направления развития железорудной промышленности. (Общее представление о целях и задачах курса. Описание предпосылок к разработке технологий прямого получения железа.);

Раздел 2 Физико-химические основы процессов восстановления железа. Восстановление газообразными восстановителями. (Описание фундаментальных закономерностей процессов твердофазного восстановления.);

Раздел 3 Промышленные методы газового восстановления железорудных материалов. (Описание технологических решений, направленных на прямое получение железа.);

Раздел 4 Альтернативные методы внедоменного производства железа. (Описание возможных альтернативных технологических решений для получения железа.).

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	Темы лекций	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Роль и место черной металлургии в современной экономике. Современные технологические схемы производства первичного металла из природного и техногенного сырья. Доменное производство или производство ГБЖ? Железорудные ресурсы черной металлургии. Объемы запасов, качество, добыча. Основные сырьевые базы. Оценка качества руд. Требования к шихтовым материалам для производства агломерата и окатышей. Требования к железорудным материалам для внедоменных процессов восстановления железа.	12	
Раздел 2.	Структура и свойства оксидов железа. Термодинамика восстановления оксидов железа. Кинетика и	12	

	механизмы восстановления оксидов. Влияние различных факторов на кинетику восстановления оксидов железа. Показатели развития процессов восстановления. Влияние состава восстановителей на показатели восстановление оксидов железа. Низкотемпературное науглероживание металлического железа. Поведение примесей при металлизации. Особенности газодинамики при металлизации. Особенности теплообмена при металлизации. Требования к качеству и свойствам продуктов металлизации.		
Раздел 3.	Технологии Midrex, Hil III. Требования к железорудному сырью, методы подготовки шихтовых материалов. Требования к качеству и подготовка газообразных восстановителей. Особенности продуктов плавки и требования к продуктам газового восстановления. Технико-экономические показатели работы установок газового восстановления.	12	
Раздел 4.	Технология SL/RN. Технология ItMk3. Технология Corex. Процесс HiSmelt/Hisarna. Технология Romelt. Сравнительный анализ технико-экономических показателей альтернативных методов внедоменного производства железа. Примеры расчётов материального и теплового	12	

	баланса по каждому процессу. Водородная металлургия. Современное состояние и перспективы. Термодинамические и кинетические закономерности восстановления железорудных материалов водородом. Водород в доменных печах. Водород в процессах газового восстановления. Есть ли перспективы у водородной металлургии?		
Итого:		**48**	**0**

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	**Темы практических занятий (семинаров)**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Современное состояние, проблемы и возможные направления развития железорудной промышленности.	8	
Раздел 2.	Физико-химические основы процессов восстановления железа. Восстановление газообразными восстановителями.	8	
Раздел 3.	Промышленные методы газового восстановления железорудных материалов.	8	
Раздел 4.	Альтернативные методы внедоменного производства железа.	8	
Итого:		**32**	**0**

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	**Темы лабораторных работ**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

№ раздела / темы дисциплины	Темы курсовых работ (проектов)	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

9 Виды самостоятельной работы

№ раздела / темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Прохождение тестирования.	24	
Раздел 2.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Прохождение тестирования.	22	
Раздел 3.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Прохождение тестирования.	21	
Раздел 4.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Прохождение тестирования.	24	
Контроль	*Подготовка к зачёту*	9	
Итого:		**100**	**0**

10 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) литература:

1 Симонян, Л.М. Металлургические технологии переработки техногенного и вторичного сырья : учебно-методическое пособие / Симонян Л.М., Фролов А.Г., Шкурко Е.Ф. – Москва : МИСиС, 2011. – 136 с. – ISBN 978-5-87623-425-4. – URL:

https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785876234254.html (дата обращения: 20.02.2023);

2 Симонян, Л.М. Оценка и пути достижения экологически чистого металлургического производства : учебно-методическое пособие / Симонян Л.М., Косырев К.Л., Кочетов А.И. – Москва : МИСиС, 2011. – 92 с. – ISBN 978-5-87623-408-7. – URL: https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785876234087.html (дата обращения: 20.02.2023);

3 Шульц, Л.А. Энерго-экологический анализ эффективности металлургических процессов : учебное пособие. – Москва : МИСиС, 2014. – 267 с. – ISBN 978-5-87623-765-1. – URL: https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785876237651.html (дата обращения: 20.02.2023);

4 Симонян, Л.М. Экологически чистая металлургия. Ресурсосбережения и экология в металлургии : учебное пособие / Симонян Л.М., Косырев К.Л. – Москва : МИСиС, 2005. – 95 с. – URL: https://www.studentlibrary.ru/book/Misis_222.html (дата обращения: 20.02.2023);

5 Основы металлургического производства : учебник для вузов / В.А. Бигеев, К.Н. Вдовин, В.М. Колокольцев [и др.]. – 4-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2023. – 616 с. – ISBN 978-5-507-45395-5. – URL: https://e.lanbook.com/book/267362 (дата обращения: 20.02.2023);

6 Еланский, Г.Н. Основы производства и обработки металлов : учебник для вузов / Г.Н. Еланский, Б.В. Линчевский, А.А. Кальменев ; Московский государственный вечерний металлургический институт. – Москва, 2005. – 417 с. : ил.

б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1 Консультант студента : электронно-библиотечная система / ООО «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА». – Москва, [200 –]. – URL: http://www.studentlibrary.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

2 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система : [коллекция «Инженерно-технические науки»] / ООО «Издательство ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 –]. – URL: http://e.lanbook.com. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

3 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU : база данных / ООО «НЭБ». – Москва, [200 –]. – URL: http://elibrary.ru. – Режим доступа: по подписке;

4 Национальная электронная библиотека (НЭБ) : информационная система / ФГБУ «РГБ». – Москва, [2015 –]. – URL: http://rusneb.ru. – Режим доступа: по подписке;

5 Образовательная платформа ЮРАЙТ / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Москва, [200 –]. – URL: https://urait.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

6 Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 –]. – URL: https://biblioclub.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: http://www.biblioclub.ru;

7 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 –]. – URL: http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp;

8 Электронные периодические издания ИВИС : универсальная база данных / ООО «ИВИС». – Москва, [200 –]. – URL: http://eivis.ru. – Режим доступа: по подписке;

9 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 –]. – URL: http://libr.sibsiu.ru. – URL: https://libr.sibsiu.ru.

в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– 7-Zip;
– Adobe Acrobat Reader;
– Astra Linux Special Edition;
– Kaspersky Endpoint Security;
– LibreOffice;
– Microsoft Office;
– Microsoft Windows;
– Р7-Офис.

г) базы данных и информационно-справочные системы:

1 ГАРАНТ : справочно-правовая система / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

2 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.;

3 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

11 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории, оснащенные оборудованием, компьютерной техникой, и техническими средствами обучения, в том числе:

- учебную аудиторию для проведения занятий лекционного типа, оборудованную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий), оснащенную персональными компьютерами;
- учебную аудиторию (помещения) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 22.03.02 «Металлургия».

Составитель(и):

доцент Фейлер Сергей Владимирович (кафедра металлургии черных металлов и химической технологии).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

Приложение

Аннотация
рабочей программы дисциплины «Процессы прямого восстановления железа»

по направлению подготовки (специальности)
22.03.02 «Металлургия»
(направленность (профиль): «Цифровая металлургия»)
форма обучения – Очная форма

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– Формирование у обучающихся знаний о процессах прямого восстановления железа, позволяющих снизить "углеродный след" и улучшить экологические показатели металлургического предприятия.

Задачами учебной дисциплины являются:

– Формирование у обучающихся базовых теоретических знаний о физико-химических процессах, закономерностях и методах прямого получения железа;;
– Формирование у обучающихся знаний о процессах, обеспечивающих снижение себестоимости металла за счет замены кокса альтернативными видами восстановителей.;
– Формирование навыков расчета процессов прямого восстановления железа.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам (модулям) по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 22.03.02 «Металлургия».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Теория и технология подготовки сырья;
– Теория и технология производства чугуна;
– Теоретические основы производства стали;
– Основы технологии производства продукции (оказания услуг);
– Теплотехника;
– Термодинамика и кинетика металлургических процессов;
– Основы производства и обработки металлов;
– Огнеупоры для металлургического производства;
– Экологические аспекты металлургического производства.

Учебная дисциплина дополняет знания, умения и навыки, получаемые по одновременно изучаемым и последующим дисциплинам:

– Перспективные направления развития металлургии чугуна;
– Конструкции агрегатов сталеплавильного производства;
– Технологии производства и применения альтернативных шихтовых материалов.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Профессиональные компетенции

Наименование категории (группы) ПК	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Планируемые результаты обучения
	ПК-1: Способен определять организационно-технические меры по выполнению технологических процессов в металлургии черных металлов	ПК-1.1 Анализирует технологические процессы черной металлургии	– знать: современные технологии выплавки и внеагрегатной обработки передельного чугуна и внедоменного получения чугуна и губчатого железа;. – уметь: выполнять расчет показателей процессов производства окатышей и методов прямого получения железа;. – владеть: методами анализа и контроля технологических процессов черной металлургии..
		ПК-1.2 Определяет рациональные варианты технологии получения готовой продукции металлургического производства	– знать: состав и показатели качества шихтовых материалов, используемых при производстве железа методами прямого восстановления;. – уметь: определять рациональные варианты технологии получения готовой продукции металлургического производства;. – владеть: навыками анализа методов внедоменного

			получения железа..
		ПК-1.3 Разрабатывает технологические процессы черной металлургии на основе современных технико-экономических требований	– знать: требования и рекомендации к сырью и технологическим решениям, предъявляемых в процессах прямого получения железа;. – уметь: определять технико-экономические показатели процессов внедоменного получения чугуна;. – владеть: навыками разработки технологических схем с учетом требований оптимальных технико-экономических показателей производства..

4 Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		***ИТОГО***	***7 семестр***
Форма промежуточной аттестации			*зачет*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***180***	*180*
	зачетных единиц	***5***	*5*
Лекции, *академ. час.*		***48***	*48*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Практические занятия, *академ. час.*		***32***	*32*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Курсовая работа / проект, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Консультации, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*		***91***	*91*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Контроль, *академ. час.*		***9***	*9*
в форме практической подготовки		***0***	*0*

5 Краткое содержание учебной дисциплины

В структуре учебной дисциплины выделяются следующие основные разделы (темы):

Раздел 1 Современное состояние, проблемы и возможные направления развития железорудной промышленности. (Общее представление о целях и задачах курса. Описание предпосылок к разработке технологий прямого получения железа.);

Раздел 2 Физико-химические основы процессов восстановления железа. Восстановление газообразными восстановителями. (Описание

фундаментальных закономерностей процессов твердофазного восстановления.);

Раздел 3 Промышленные методы газового восстановления железорудных материалов. (Описание технологических решений, направленных на прямое получение железа.);

Раздел 4 Альтернативные методы внедоменного производства железа. (Описание возможных альтернативных технологических решений для получения железа.).

6 Составитель(и):

доцент Фейлер Сергей Владимирович (кафедра металлургии черных металлов и химической технологии).