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 металлургии и материаловедения
_____ А.А. Уманский
подпись
«____» _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Теория и технология производства чугуна

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

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Заочная форма

Срок обучения: 4 года 6 месяцев

Год начала подготовки 2025

Новокузнецк
2025

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: f751bff68056aa81d7a4109cd019dba418043418
Владелец: Директор ИМиМ Уманский Александр Александрович
Действителен: с 17 мая 2024 г. по 10 августа 2025 г.
Дата и время: 16-05-2025 14:48:29 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– формирование инженерного мышления и современного представления о теории и практике производства чугуна.

Задачами учебной дисциплины являются:

– дать обучающимся глубокие профессиональные знания теории, технологии и практики доменного производства и его интенсификации;

– научить самостоятельно решать вопросы анализа и оценки восстановительных процессов, регулирования теплового состояния, улучшения качества выпускаемой продукции и технико-экономических показателей плавки.

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:

– Основы экономической культуры и финансовой грамотности;

– Физическая химия.

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

– Теория и технология производства стали;

– Современные технологии производства стали;

– Металлургия черных металлов.

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	ПК-1.1 Понимает технологические процессы металлургического производства	– знать: технологические процесс металлургической отрасли.. – уметь: проектировать технологические

	процессов в металлургии		процессы применительно к конкретным условиям производства.
		ПК-1.2 Выбирает рациональные варианты технологии получения готовой продукции металлургического производства	– знать: варианты технологии получения готовой продукции.. – уметь: выбирать рациональный вариант технологии получения готовой продукции металлургического производства..
		ПК-1.3 Проектирует технологические процессы металлургической отрасли на основе современных технико-экономических требований	– знать: современные технико-экономические требования к металлургическим процессам. – уметь: оценивать эффективность известных металлургических процессов.

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, лабораторные работы, коллоквиумы), 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

Сессия / курс		***ИТОГО***	***1 сессия / 3 курс***	***2 сессия / 3 курс***
Форма промежуточной аттестации				*зачет*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***144***	*36*	*108*
	зачетных единиц	***4***	*1*	*3*
Лекции, *академ. час.*		***6***	*2*	*4*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*		***2***	*0*	*2*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*

Практические занятия, *академ. час.*	***4***	*0*	*4*
в форме практической подготовки	***0***	*0*	*0*
Курсовая работа / проект, *академ. час.*	***0***	*0*	*0*
в форме практической подготовки	***0***	*0*	*0*
Консультации, *академ. час.*	***0***	*0*	*0*
в форме практической подготовки	***0***	*0*	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*	***128***	*34*	*94*
в форме практической подготовки	***0***	*0*	*0*
Контроль, *академ. час.*	***4***	*0*	*4*
в форме практической подготовки	***0***	*0*	*0*

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Введение.;

Тема 1.1 Предмет и содержание курса. (Доменный процесс – комплекс механических, газоди-намических, химических, физико-химических, теплотехнических процессов.);

Тема 1.2 Теория доменного процесса. (Теоретические основы доменного процесса.);

Раздел 2 Движение материалов и газов в доменной печи;

Тема 2.1 Противоток материалов и газов в доменной печи и его рациональная организация. (Идеальное распределение материалов и газов по сечению и высоте печи. Степень приближения к такому распределению материалов и газов в реальных условиях работы доменной печи);

Тема 2.2 Загрузка шихтовых материалов в печь и распределение их на колошнике (хемы засыпных аппаратов (конусные, бесконусные, роторные и др.), их достоинства и недостатки. Схема подачи материалов в печь.);

Раздел 3 Разложение плавильных материалов в доменной печи (Испарение влаги и разложение гидратов. Разложение карбонатов.);

Раздел 4 Восстановительные процессы в доменной печи (Термодинамические основы восстановительных процессов. Механизм и кинетика восстановления оксидов железа газами. Влияние различных факторов на скорость восстановления оксидов железа.);

Раздел 5 Образование чугуна и шлака в доменной печи.
(Науглероживание железа и образование чугуна. Виды, состав и качество чугунов.
Сущность процесса шлакообразования. Состав и свойства шлаков и методы их описания.);

Раздел 6 Процессы, протекающие в горне доменной печи (Горение углерода и состав газа в горне. Изменение температуры по сечению и высоте доменной печи.).

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	Темы лекций	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Введение.		
Тема 1.1.	Предмет и содержание курса.	0.5	
Тема 1.2.	Теория доменного процесса.	1	
Раздел 2.	Движение материалов и газов в доменной печи		
Тема 2.1.	Противоток материалов и газов в доменной печи и его рациональная организация.	1	
Тема 2.2.	Загрузка шихтовых материалов в печь и распределение их на колошнике	0.5	
Раздел 3.	Разложение плавильных материалов в доменной печи	0.5	
Раздел 4.	Восстановительные процессы в доменной печи	1	
Раздел 5.	Образование чугуна и шлака в доменной печи.	1	
Раздел 6.	Процессы, протекающие в горне доменной печи	0.5	
Итого:		**6**	**0**

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	Темы практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 2.	Расчёт шихты доменной плавки.	4	
Итого:		**4**	**0**

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	Темы лабораторных работ	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 2.	Изучение на модели засыпного аппарата распределения шихтовых материалов в воронке малого конуса и на колошнике доменной	2	

	печи.		
Итого:		**2**	**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. Прохождение тестирования; 3. Составление конспекта лекций.	20	
Раздел 2.	1. Изучение лекционного материала; 2. Оформление отчета о практической работе; 3. Оформление отчета по лабораторной работе; 4. Подготовка к лабораторной работе; 5. Подготовка к практическому занятию; 6. Прохождение тестирования; 7. Составление конспекта лекций.	28	
Раздел 3.	1. Изучение лекционного материала; 2. Прохождение тестирования; 3. Составление конспекта лекций.	20	
Раздел 4.	1. Изучение лекционного материала; 2. Прохождение тестирования; 3. Составление конспекта лекций.	20	
Раздел 5.	1. Изучение лекционного материала;	20	

	2. Прохождение тестирования; 3. Составление конспекта лекций.		
Раздел 6.	1. Изучение лекционного материала; 2. Контрольная работа; 3. Прохождение тестирования; 4. Составление конспекта лекций.	20	
Контроль	*Подготовка к зачёту*	4	
Итого:		**132**	**0**

10 Матрица компетентностных задач по учебной дисциплине

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Контролируемые компетенции	Оценочные средства
Раздел 1.	ПК-1	1. Конспект лекций; 2. Оценка участия в работе на лекционном занятии; 3. Тестовые задания
Раздел 2.	ПК-1	1. Конспект лекций; 2. Наблюдение за работой на лабораторной работе; 3. Наблюдение за работой на практическом занятии; 4. Отчет о лабораторной работе; 5. Отчет о практической работе; 6. Оценка участия в работе на лекционном занятии; 7. Тестовые задания
Раздел 3.	ПК-1	1. Конспект лекций; 2. Оценка участия в работе на лекционном занятии; 3. Тестовые задания
Раздел 4.	ПК-1	1. Конспект лекций; 2. Оценка участия в работе на лекционном занятии; 3. Тестовые задания
Раздел 5.	ПК-1	1. Конспект лекций; 2. Оценка участия в работе на лекционном занятии; 3. Тестовые задания
Раздел 6.	ПК-1	1. Конспект лекций; 2. Оценка участия в работе на лекционном занятии; 3. Тестовые задания
Зачет.	ПК-1	1. Вопросы к зачету

11 Входной контроль

11.1 Цель входного контроля − определить начальный уровень подготовленности обучающихся и выстроить индивидуальную траекторию обучения. В условиях личностно-ориентированной образовательной среды результаты входного оценивания обучающегося используются как начальные значения в индивидуальном профиле академической успешности обучающегося.

11.2 Описание оценочных средств

Форма проведения входного контроля – тестирование.

Длительность тестирования – 20 минут.

Тестирование проводится в течение первых двух недель изучения учебной дисциплины в СУО «Moodle».

Для проведения тестирования используются тестовые задания для входного контроля (для ответа на 1 вопрос, как правило, выделяется 1 минута).

Шкала оценивания результатов тестирования

За каждый правильный ответ выставляется 1 балл. Оценка выставляется в зависимости от процента правильных ответов:

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Процент результативности (правильных ответов)	Оценка
86 до 100	«отлично»
от 67до 85	«хорошо»
от 50 до 66	«удовлетворительно»
менее 50	«неудовлетворительно»

Основываясь на результатах тестирования, формируется индивидуальная траектория обучающегося (группы обучающихся), исходя из следующих соображений:

– 86 – 100 % – обучающийся готов к изучению учебной дисциплины без дополнительного повторения изученного ранее материала;

– 50 – 67 % – обучающийся в целом готов к изучению учебной дисциплины, требуется повторение отдельных вопросов(тем) изученного ранее материала, необходимого для успешного освоения учебной дисциплины;

– 49% и менее – обучающийся имеет слабую подготовку к изучению учебной дисциплины, необходимы корректирующие занятия и консультации.

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся приведены в приложении.

12 Текущий контроль

12.1 Текущий контроль знаний используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью (в том числе самостоятельной) обучающихся. Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению учебной дисциплины и позволяет оценить степень освоения изученного материала.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы по индивидуальной инициативе педагогического работника, в том числе посредством использования СУО «Moodle».

Формы проведения текущего контроля – конспект лекций; наблюдение за работой на лабораторной работе; наблюдение за работой на практическом занятии; отчет о лабораторной работе; отчет о практической работе; оценка участия в работе на лекционном занятии; тестовые задания.

12.2 Описание оценочных средств

Шкалы оценивания (методики оценки)

12.2.1 Рекомендации по оцениванию конспекта лекций

12.2.2 Рекомендации по оцениванию результатов тестирования обучающихся

Тестирование проводится по изученным разделам (темам) учебной дисциплины для выявления уровня знаний и умений обучающегося, мотивирования обучающегося к активизации самостоятельной работы по усвоению учебного материала, выявления и устранения пробелов в знаниях, повышения дисциплины и организации учебной деятельности обучающегося.

Тестирование проводится в СУО «Moodle» в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся. Для тестирования используется 20 вопросов из базы типовых тестовых заданий по изученным разделам (темам) учебной дисциплины. Обучающийся выбирает один ответ из предложенных вариантов ответа. В случае выбора неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл.

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Максимальный балл	Проходной балл	Оценка
20	не менее 18	отлично
17	не менее 14	хорошо
13	не менее 10	удовлетворительно
9	–	неудовлетворительно

12.2.3 Рекомендации по оцениванию участия обучающихся в работе на лекционных занятиях

Формирование у обучающихся добросовестного и ответственного отношения к собственному профессиональному образованию проявляется в обязательном его присутствии на лекционном занятии.

На лекционных занятиях происходит формирование информационной компетентности обучающихся, в том числе способности фиксировать информацию с помощью конспектирования учебного материала. Преподаватель на лекционных занятиях акцентирует внимание обучающихся на том, как необходимо оформлять конспект лекций в тетради. По окончании лекционных занятий преподаватель осуществляет проверку тетрадей обучающихся и оценивает их.

Критерии оценки участия обучающихся в работе на лекционных занятиях

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов за одно лекционное занятие
Наличие у обучающихся добросовестного и ответственного отношения к собственному профессиональному образованию, выраженное в посещении лекций	0,5
Умение конспектировать учебный материал в тетради, в том числе: - материал изложен последовательно, четко и аккуратно - в конспекте имеются изученные темы, основные термины, схемы	0,5
Всего	1

Если по результатам оценки участия обучающийся в лекционных занятиях в среднем за семестр обучающийся набрал не менее 0,5 баллов, то ему выставляется оценка «зачтено», менее 0,5 баллов – «не зачтено».

12.2.4 Рекомендации по оцениванию в процессе наблюдения за работой на практическом занятии

Наблюдение за работой на практическом занятии – важнейший компонент контроля деятельности обучающихся и качества их обучения.

Критерии оценки в процессе наблюдения за работой на практическом занятии:

– самостоятельность выполнения задания и работы с методическими указаниями (учитывается работа в течение занятия, быстрота и способность нахождения в методических указаниях нужной информации);

– правильность выполнения работы (учитывается последовательность выполняемых действий, умение работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения работы с учетом индивидуальных особенностей обучающихся);

– активность обучающегося при выполнении практической работы (учитывается индивидуальная работа и работа в группе).

Критерии оценки по результатам наблюдения за работой на практическом занятии

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Самостоятельно выполняет задания; умеет работать с методическими указаниями.	2,5
Указанные в методических указаниях действия выполняет в правильной последовательности; умеет работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники.	1,25
Рационально использует время, отведенное на задание; проявляет активность при выполнении практической работы.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

12.2.5 Рекомендации по оцениванию отчета о практической работе

Оформление отчета о проделанной практической работе обучающиеся осуществляют в рамках самостоятельной работы.

Критерии оценки отчета о практической работе:

– правильность выполнения работы (учитывается полнота отчета о практической работе, наличие всех необходимых данных, наличие выводов, наличие ошибок и неточностей);

– аккуратность оформления отчета о практической работе.

Критерии оценки отчета о практической работе

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Отчет о практической работе содержит все необходимые данные и выводы.	2,5
Отчет о практической работе не содержит ошибок и неточностей.	1,25
Отчет о практической работе оформлен аккуратно.	1,25

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

12.2.6 Рекомендации по оцениванию в процессе наблюдения за работой на лабораторном занятии

Наблюдение за работой на лабораторном занятии – важнейший компонент контроля деятельности обучающихся и качества их обучения.

Критерии оценки в процессе наблюдения за работой на лабораторном занятии:

– самостоятельность выполнения задания и работы с методическими указаниями (учитывается работа в течение занятия, быстрота и способность нахождения в методических указаниях нужной информации);

– правильность выполнения работы (учитывается последовательность выполняемых действий, умение работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения работы с учетом индивидуальных особенностей обучающихся);

– активность обучающегося при выполнении лабораторной работы (учитывается индивидуальная работа и работа в группе).

Критерии оценки по результатам наблюдения за работой на лабораторном занятии

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Самостоятельно выполняет задания; умеет работать с методическими указаниями.	2,5
Указанные в методических указаниях действия выполняет в правильной последовательности; умеет работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники.	1,25
Рационально использует время, отведенное на задание; проявляет активность при выполнении лабораторной работы.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

12.2.7 Рекомендации по оцениванию отчета о лабораторной работе

Оформление отчета о проделанной лабораторной работе обучающиеся осуществляют в рамках самостоятельной работы.

Критерии оценки отчета о лабораторной работе:

– правильность выполнения работы (учитывается полнота отчета о лабораторной работе, наличие всех необходимых данных, наличие выводов, наличие ошибок и неточностей);

– аккуратность оформления отчета о лабораторной работе.

Критерии оценки отчета о лабораторной работе

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Отчет о лабораторной работе содержит все необходимые данные и выводы.	2,5
Отчет о лабораторной работе не содержит ошибок и неточностей.	1,25
Отчет о лабораторной работе оформлен аккуратно.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины приведены в приложении.

13 Промежуточная аттестация

13.1 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по учебной дисциплине предназначены для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения учебной дисциплины в установленной учебным планом форме и позволяют определить качество усвоения изученного материала.

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по учебной дисциплине является: зачет.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся включают: вопросы к зачету.

13.2 Оценивание обучающегося на зачете

Оценка	Требования к знаниям
зачтено	Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если он твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, обладает необходимыми умениями и приемами их выполнения, а также

Оценка	Требования к знаниям
	имеет достаточно полное представление о значимости знаний по учебной дисциплине.
не зачтено	Оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, неуверенно отвечает, допускает серьезные ошибки, не имеет представлений по методике выполнения практической работы. Как правило, оценка «не зачтено» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по данной учебной дисциплине.

Задания и вопросы для промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении.

14 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) литература:

1 Металлургия чугуна : учебник для вузов / Е.Ф. Вегман, Б. Н. Жеребин, А. Н. Похвиснев [и др.] ; под ред. Ю.С. Юсфина. – 3-е изд., пере-раб. и доп. – Москва : Академкнига, 2004. – 774 с.;

2 Воскобойников, В. Г. Общая металлургия : учебник для вузов / В. Г. Воскобойников, В. А. Кудрин, А. М. Якушев. – 6-е изд., перераб. и доп. – Москва : Академкнига, 2002. – 768 с. : ил. – (Учебники для вузов). – ISBN 5946280627.;

3 Загрузочные устройства доменных печей : учебное пособие для вузов. Ч. 1 / В. И. Люленков, В. А. Шарапов, Г. Б. Трушевич, Д. Ю. Бойко ; Сибирский государственный индустриальный университет. – Новокузнецк : СибГИУ, 2008. – 95 с. : ил.;;

4 Ефименко, Г. Г. Металлургия чугуна : учебник для вузов / Г. Г. Ефименко, А. А. Гиммельфарб, В. Е. Левченко. – Киев : Вища школа, 1981. – 495 с. : ил.

б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

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

2 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;

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

4 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система : [коллекция «Единая профессиональная база знаний для технических вузов - Издательство Лань" ЭБС»] / ООО «Издательство ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 –]. – URL: http://e.lanbook.com. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

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 УМЦ ЖДТ : [коллекция «Эксплуатация железных дорог»] / ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте». – Москва, [2013 –]. – URL: https://umczdt.ru/books/. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

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

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

в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– 7-Zip;
– Adobe Acrobat Reader;
– Astra Linux Special Edition;
– Kaspersky Endpoint Security;
– Microsoft Office;
– Microsoft Windows;
– OnlyOffice;
– Р7-Офис;
– Сервис поиска текстовых заимствований Руконтекст.

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.

15 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);
- 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.
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (лабораторных работ);

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

Составитель(и):

доцент Дмитриенко Владимир Иванович (кафедра металлургии черных металлов и химической технологии).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

Согласована:

Управления по технологии производства
рельсового проката Технической дирекции
по производству железнодорожного проката
АО «ЕВРАЗ ЗСМК», к.т.н. Д.В. Бойков

Приложение

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся

Выберите один правильный ответ.

1) Условия возникновения доменного процесса

а) снижение трудоемкости изготовления единицы железа;

б) возможность изготовления более качественного продукта;

в) возможность устройства более мощных воздуходувных средств;

г) открытие нового способа передела чугуна в железо.

2) Развитие доменного производства осуществлялось в следующей последовательности

а) сыродутный горн, домница, доменная печь;

б) домница, сыродутный горн, доменная печь;

в) доменная печь, сыродутный горн, домница;

г) сыродутный горн, доменная печь, домница.

3) В доменной печи получают

а) чугун и крицу;

б) сталь и шлак;

в) чугун и шлак;

г) крицу и шлак.

4) Основным видом топлива в доменной печи является

а) мазут и пылеугольное топливо;

б) природный газ;

в) кокс;

г) природный газ и мазут.

5) Наиболее распространенным заменителем кокса в доменной плавке заводов СНГ является

а) мазут;

б) угольная пыль;

в) природный газ;

г) мазуто–угольная паста.

6) Основные требования, предъявляемые к топливу доменной печи

а) высокая газопроницаемость и пористость насыпной массы;

б) низкое содержание вредных примесей и невысокая стоимость;

в) высокая газопроницаемость и пористость насыпной массы, высокая теплота сгорания, низкое содержание вредных примесей и золы, низкий выход летучих веществ, невысокая стоимость;

г) высокая теплота сгорания, низкий выход летучих веществ, невысокая стоимость.

7) Повышение газопроницаемости насыпной массы кокса работу доменной печи

а) улучшает;

б) не изменяет;

в) ухудшает.

8) Основными требованиями, предъявляемыми к качеству железных руд, являются

а) высокое содержание железа;

б) минимальное содержание вредных примесей, высокое содержание основных оксидов в пустой породе;

в) высокое содержание железа, минимальное содержание вредных примесей, высокое содержание основных оксидов в пустой породе, постоянство химического состава.

9) Увеличение количества пустой породы, вносимой в печь

а) уменьшает расход кокса;

б) увеличивает производительность доменной печи;

в) увеличивает расход кокса.

10) Подготовка сырых материалов к доменной плавке включает следующие операции …

а) дробление и измельчение, обжиг, окускование;

б) усреднение, обогащение, окускование;

в) обжиг и брикетирование;

г) дробление и измельчение, грохочение и классификацию, обжиг, усреднение, обогащение и окускование.

11) Наибольшее распространение в настоящее время получил способ обжига руд

а) окислительный;

б) восстановительный;

в) в нейтральной атмосфере.

12) Снижение количества пустой породы, вносимой в печь

а) снижает количество шлака;

б) увеличивает количество шлака;

в) уменьшает количество проплавляемой руды;

г) не оказывает влияния на доменный процесс.

13) Целью обогащения является

а) разделение пустой породы и примесей;

б) разделение рудного материала и пустой породы;

в) разделение рудного материала и примесей.

14) Для обогащения железных руд наиболее широко применяется

а) промывка;

б) флотация;

в) рудоразборка;

г) магнитная сепарация.

15) Главными показателями обогащения являются

а) выход концентрата и коэффициент обогащения;

б) степень извлечения железа в концентрат и коэффициент обогащения;

в) выход концентрата, степень извлечения железа в концентрат, коэффициент обогащения.

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины

Раздел 1 Введение

1 Тестирование по результатам освоения материала

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».

Перечень вопросов для тестирования.

Выберите один правильный ответ.

1) Углерода в чугуне максимального содержится, %:
   а) 2,14;
   б) 4,3;
   в) 7,0;
   г) 6,67.
2) Чугун получают из
   а) стали;
   б) железной руды;
   в) бокситов.
3) Чугун выплавляют в печах:
   а) мартеновских;
   б) кислородном конвертере;
   в) доменных;
   г) электродуговых.
4) Колошник служит для:
   а) загрузки шихты;
   б) продувки воздухом;
   в) получения чугуна;
   г) получения железа.
5) В шахте происходят процессы:
   а) окислительные;
   б) восстановительные;
   в) заключительные;
   г) окислительно-восстановительные.
6) Губчатое железо образуется в печи на границе:
   а) шахты и распара;
   б) распара и заплечиков;
   в) заплечиков и горна;
   г) горна и леток.
7) Вредная примесь в чугуне это:
   а) кремний;
   б) известь;
   в) сера;

г) марганец.

8) Производство чугуна является процессом:

а) пирометаллургическим;

б) гидрометаллургическим.

9) Доменный процесс:

а) прерывный;

б) непрерывный;

в) циклический;

г) статический.

10) В горн сливается:

а) чугун;

б) сталь;

в) кислородом;

г) марганец.

Раздел 2. Движение шихтовых материалов и газов в доменной печи

1 Тестирование по результатам освоения материала

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».

Перечень вопросов для тестирования.

1) Высокая эффективность доменного процесса обусловливается

а) рациональной организацией движения газов в доменной печи;

б) канальным движением газового потока через столб шихтовых материалов;

в) рациональной организацией противотока материалов и газов в доменной печи.

2) Идеальным было бы такое распределение материалов на колошнике доменной печи, при котором …

а) большее количество газов проходило бы на периферии;

б) большее количество газов проходило бы в осевой части печи;

в) в любом сечении печи единица железорудного материала обрабатывалась одинаковым количеством газа.

3) Опускание материалов в работающей печи происходит в результате образования свободного пространства за счет …

а) горения кокса перед фурмами и уминки материалов;

б) вследствие уминки материалов;

в) перехода в нижней части шахты, распаре и заплечиках твердых материалов в жидкое и частично газообразное состояние;

г) периодического выпуска из печи чугуна и шлака;

д) горения кокса перед фурмами, уминки материалов перехода твердых материалов в жидкое и газообразное состояние периодического выпуска жидких продуктов плавки.

4) Подъемная сила газового потока в основном определяется

а) ускорением силы тяжести;

б) плотностью газа;

в) скоростью газового потока;

г) порозностью шихтовых материалов.

5) Наибольшая скорость опускания материалов наблюдается обычно

г) над очагами горения кокса;

д) в районе «гребня» материалов;

е) в центре печи.

6) Различие в скоростях движения материалов по сечению печи обусловлено

е) их гранулометрическим составом;

ж) характером распределения их на колошнике;

з) состоянием профиля печи;

и) их гранулометрическим составом, характером распределения их на колошнике, состоянием профиля печи, процессами в горне и другими факторами.

7) С увеличением расхода дутья в единицу времени при прочих равных условиях

г) производительность печи повышается и возрастает подъемная сила газов (перепад давлений);

д) производительность печи снижается, а перепад давлений возрастает;

е) производительность печи и подъемная сила газов снижаются;

ж) производительность печи повышается, а подъемная сила газов снижается.

8) Подъемную силу газов можно сохранить или даже понизить при увеличении расхода дутья. Это достигается применением …

д) сортированной, не содержащей мелочи шихты и

понижением давления газов в рабочем пространстве печи;

е) газопроницаемой (сортированной) шихты и повышением давления газов в рабочем пространстве печи;

ж) шихты с повышенным содержанием мелкой железной руды, известняка и повышением давления газов в рабочем пространстве печи.

9) Идеальной, с точки зрения газопроницаемости, была бы шихта, состоящая из кусков, имеющих форму

з) шара;

и) ромба;

к) конуса;

л) пирамиды.

10) Важными характеристиками газового потока являются

ж) скорость движения газов в печи;

з) длительность пребывания газов в печи;

и) скорость движения и длительность пребывания газов в печи

Раздел 3. Разложение плавильных материалов в доменной печи

1 Тестирование по результатам освоения материала

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».

Перечень вопросов для тестирования.

1) Удаление гигроскопической влаги их шихтовых материалов происходит при температуре, °С

к) 100 – 150;

л) 200 – 230;

м) 500 – 570;

н) 800 - 1000.

2) Закончите предложение. Удаление гигроскопической влаги происходит в….

з) верхних горизонтах шахты;

и) средних горизонтах шахты;

к) нижних горизонтах шахты.

3) Изменение фактического расхода кокса из-за колебаний содержания влаги вызовет

м) изменения теплового состояния печи,

нагрева продуктов плавки, колебания содержания кремния и серы в чугуне;

н) нарушения в распределении материалов на колошнике доменной печи;

о) нарушения в ходе доменной печи.

4) Гидратная влага из бурых железняков начинает удаляться при температуре, °С

к) 100 – 150;

л) 200 – 230;

м) 500 – 570;

н) 800 - 1000.

5) Выделение летучих веществ из кокса происходит в…

о) верхних горизонтах шахты;

п) нижних горизонтах шахты;

р) распаре;

с) верхней части заплечиков.

6) Разложение карбонатов определяется…

л) упругостью диссоциации карбоната при данной температуре;

м) температурой, общим давлением газов в реакционном пространстве;

н) парциальным давлением CO_2 в газовой фазе;

о) упругостью диссоциации карбоната, температурой, парциальным давлением CO_2 в газовой фазе, общим давлением газов в реакционном пространстве.

7) Упругость диссоциации карбоната определяется равновесным парциальным давлением

п) кислорода;

р) оксида углерода (IV);

с) оксида металла.

8) С повышением температуры упругость диссоциации карбонатов

о) возрастает;

п) снижается;

р) не изменяется.

9) Температура, при которой упругость диссоциации $CaCO_3$ становится равной общему давлению газов в печи, называется температурой

т) начала разложения карбоната;

у) химического кипения;

ф) начала размягчения.

10) Проблема исключения вредного влияния разложения карбонатов на доменный процесс успешно решена переносом процесса разложения на…

п) агломерационную машину при производстве офлюсованного агломерата;
р) обжиговую машину при производстве офлюсованных окатышей;
с) агломерационную и обжиговую машины при производстве офлюсованных агломерата и окатышей

Раздел 4. Восстановительные процессы в доменной печи

1 Тестирование по результатам освоения материала

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».

Перечень вопросов для тестирования.

1) Для протекания восстановительного процесса необходимо соблюдение условий

т) $(P_{O_2})_{ВО} < (P_{O_2})_{MeO}, \Delta G^o_{ВО} < \Delta G^o_{MeO}$;
у) $(P_{O_2})_{ВО} > (P_{O_2})_{MeO}, \Delta G^o_{ВО} > \Delta G^o_{MeO}$;
ф) $(P_{O_2})_{ВО} > (P_{O_2})_{MeO}, \Delta G^o_{ВО} < \Delta G^o_{MeO}$;
х) $(P_{O_2})_{ВО} < (P_{O_2})_{MeO}, \Delta G^o_{ВО} > \Delta G^o_{MeO}$.

2) В порядке возрастания прочности оксиды располагаются в следующей последовательности

с) MnO_2, Mn_2O_3, CuO, Fe_2O_3, NiO, Fe_3O_4, P_2O_5, FeO, Cr_2O_3, MnO, SiO_2, TiO_2, Al_2O_3, MgO, CaO;
т) CuO, MnO_2, Mn_2O_3, Fe_2O_3, Cr_2O_3, NiO, Fe_3O_4, P_2O_5, CaO, MgO, MnO, SiO_2, TiO_2, Al_2O_3, FeO;
у) Mn_2O_3, Fe_2O_3, Al_2O_3, Cr_2O_3, MnO_2, CuO, NiO, FeO, CaO, MgO, MnO, P_2O_5, SiO_2, TiO_2.

3) Восстановление элементов, образующих несколько оксидов, происходит ступенчато по схеме

х) $Me_2O_3 \rightarrow MeO_2 \rightarrow Me_3O_4 \rightarrow MeO \rightarrow Me$;

ц) $MeO \rightarrow MeO_2 \rightarrow Me_2O_3 \rightarrow Me_3O_4 \rightarrow Me$;

ч) $MeO_2 \rightarrow Me_2O_3 \rightarrow Me_3O_4 \rightarrow MeO \rightarrow Me$.

4) Восстановление оксидов железа углеродом в доменной печи идет по схеме

т) $Fe_2O_3 \rightarrow Fe_3O_4 \rightarrow Fe$;

у) $Fe_2O_3 \rightarrow Fe_3O_4 \rightarrow FeO \rightarrow Fe$;

ф) $Fe_3O_4 \rightarrow Fe_2O_3 \rightarrow FeO \rightarrow Fe$.

5) Прямое восстановление оксидов железа сопровождается

ц) большим выделением теплоты;

ч) большим поглощением теплоты;

ш) понижением прочности железорудных материалов.

6) Непрямое (косвенное) восстановление оксидов железа сопровождается

ф) малым поглощением или даже выделением теплоты;

х) большим поглощением теплоты;

ц) большим выделением теплоты.

7) Протекание реакции восстановления в доменной печи определяется не только термодинамическими закономерностями, но также

ш) механизмом и кинетикой;

щ) процессами горения топлива перед фурмами;

ы) процессами десульфурации чугуна.

8) Скорость восстановления железа из оксидов зависит от качества железорудных материалов

х) температуры процесса;

ц) скорости движения и состава газа-восстановителя;

ч) качества железорудных материалов, температуры процесса, скорости движения и состава газа - восстановителя и др.

9) Качество железорудных материалов характеризуется

щ) размером кусков, пористостью;

ы) прочностью;

э) минеральным составом;

ю) размером кусков, пористостью, прочностью, минеральным составом и др.

10) Для организации рационального восстановительного процесса

агломерат и окатыши должны обладать

ч) высокимивосстановимостью и прочностью;
ш) равномерной кусковатостью;
щ) высокимивосстановимостью и прочностью и равномерной кусковатостью.

Раздел 5. Образование чугуна в доменной печи

1 Тестирование по результатам освоения материала

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».

Перечень вопросов для тестирования.

1) Чугунами в системе железо-углерод называют сплавы, содержащие …% С

э) 0,35 - 0,45;
ю) 0,50 - 1,00;
я) 1,20 - 1,80;
аа) 2.

2) Образование карбида железа по реакции

$3Fe + 2CO \rightarrow Fe_3C + CO_2 + 180{,}493$ МДж

заметно развивается при температуре, °С

ш) 200 – 300;
щ) 400 – 500;
ы) 600 – 700;
э) 750 - 800.

3) Окончательное содержание углерода в чугуне зависит от наличия в нем других элементов элементы …, образующие прочные карбиды, растворяющиеся в чугуне, увеличивают содержание углерода в сплаве

я) Ca, Al, Mg;
аа) Mn, Cr, Ti;
бб) Si, P, S.

4) Доменные чугуны по содержанию марганца подразделяются на

ы) категории;
э) классы;
ю) группы.

5) Главное отличие передельного чугуна от литейного по химическому составу состоит в содержании

бб) кремния;

вв) марганца;

гг) серы;

дд) фосфора.

6) В доменных печах выплавляют лишь некоторые виды ферросплавов

ю) зеркальный чугун и ферросилиций;

я) ферромарганец и феррохром;

аа) зеркальный чугун и ферромарганец;

я) феррофосфор и феррохром.

7) В доменном ферромарганце в зависимости от марки содержится …% С

вв) 3,0 - 3,5;

гг) 3,9 - 4,9;

дд) 5,0 - 6,4;

ее) около 7,5.

8) Содержание углерода в передельном чугуне в зависимости от марки составляет … % С

аа) 3,0 - 3,3;

бб) 3,9 - 4,9;

вв) 5,0 - 5,5;

гг) около 7.

9) В зеркальном чугуне в зависимости от марки содержится …% С

ее) 3,0 - 3,5;

жж) 3,9 - 4,9;

зз)5,0 - 6,4;

ии) около 7,5.

10) Наиболее интенсивно железо взаимодействует с углеродом с образованием карбидов в жидком состоянии. При этом содержание углерода в сплаве довольно быстро повышается до … %

a. 1 – 2;
b. 3 – 4;
c. 5 – 6.

Раздел 6. Образование шлака в доменной печи

1 Тестирование по результатам освоения материала

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».

Перечень вопросов для тестирования.

1) Главными компонентами шлака являются оксиды

жж) натрия, калия, железа и марганца;

зз) кальция, магния, алюминия, кремния;

ии) натрия, калия, никеля и хрома;

кк) кальция, кремния, титана и ванадия.

2) При нагреве рудной части шихты до температуры … ^{o}C химические соединения могут образовывать жидкую фазу, в то время как весь материал еще будет находиться в твердом состоянии

дд) 700 – 800;

ее) 900 – 1000;

жж) 1100 – 1200;

зз) 1300 – 1400.

3) В доменной печи различают три вида шлака

кк) первичный, вторичный, конечный;

лл) первичный, промежуточный, конечный;

мм) первичный, вторичный, третичный.

4) Первичного шлака образуется немного, так как основная масса оксидов находится еще в … состоянии

лл) твердом;

мм) жидком;

нн) газообразном.

5) При повышении температуры в первичном шлаке растворяются все большие количества …, …, …., находившихся ранее в твердом состоянии

бб) SiO_2, Al_2O_3, CaO;

вв) SiO_2, PbO, ZnO;

гг) NiO, PbO, ZnO;

дд) SiO_2, PbO, NiO.

6) На горизонте воздушных фурм в шлак переходит …, увеличивая количество шлака и изменяя его состав

оо) зола кокса;

пп) зола кокса и пылеугольного топлива;

рр) CO и H_2 от горения природного и коксового газа.

7) В доменной печи первичный шлак образуется в

ии) средней части шахты;

кк) нижней части шахты и распаре;

лл) заплечиках;

мм) металлоприемнике.

8) Конечный шлак – это шлак, …

нн) который выпускается из печи;

оо) состав которого принимается во внимание при расчете доменной шихты;

пп) который выпускается из печи, состав и свойства которого принимаются во внимание при расчете шихты.

9) Состав доменного шлака определяется

ее) сортом выплавляемого чугуна, его внешним видом;

жж) сортом выплавляемого чугуна, составом сырьевых материалов;

зз)сортом выплавляемого чугуна, составом сырьевых материалов, принятой технологией доменной печи плавки и другими факторами.

10) Основными свойствами доменного шлака являются

сс) температура размягчения, серопоглотительная способность, поверхностное натяжение;

тт) температура плавления, вязкость;

уу) температура размягчения, серопоглотительная способность;

фф) температура плавления, температура каплеобразования, вязкость, поверхностное натяжение, серопоглотительная способность.

Контрольная работа

Темы контрольной работы:

нн) Движение материалов и газов в доменной печи

оо) Организация движения газов в доменной печи

пп) Распределение шихтовых материалов на колошнике доменной печи

рр) Конструкции засыпных аппаратов доменных печей

сс) Требования к шихтовым материалам

тт) Температурное поле рабочего объема доменной печи

уу) Восстановительные реакции доменного процесса

фф) Поведение серы в доменном процессе

хх) Устройство воздухонагревателей

цц) Прямое восстановление железа

чч) Косвенное восстановление железа

шш) Образование чугуна в доменной печи

щщ) Шлакообразование в доменной печи

ыы) Способы интенсификации доменного процесса

ээ) Способы экономии кокса в доменном процессе
юю) Подготовка шихтовых материалов к доменному процессу
яя) Доменная плавка на титаномагнетитовых рудах
ааа) Качество чугуна
ббб) Поведение примесей в доменном процессе
ввв) Применение ПУТ

3 Выполнение практических работ

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

4 Выполнение лабораторных работ

Задания для лабораторных работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к лабораторным работам.

5 Вопросы к зачету для промежуточной аттестации

рр) Противоток материалов и газов в доменной печи и его рациональная организация.
сс) Восстановление оксидов железа оксидом углерода (II).
тт)Движение шихтовых материалов в доменной печи. Причины опускания материалов.
уу) Восстановление оксидов железа водородом
фф) Силы, препятствующие опусканию шихты в доменной печи. «Активный» вес шихты.
хх) Восстановление оксидов железа углеродом.
цц) Движение шихтовых материалов в нижней части доменной печи. Зоны разрыхления.
чч) Сравнение прямого и непрямого восстановления оксидов железа
шш) Сущность явления «опережения» при движении шихтовых материалов.
щщ) Восстановление марганца в доменной печи. Условия выплавки марганцовистого чугуна
ыы) Движение газов в доменной печи. Газопроницаемость материалов доменной плавки. «Идеальная» с точки зрения газопроницаемости шихта.
ээ) Восстановление кремния в доменной печи. Условия выплавки высококремнистого чугуна.
юю) Влияние качества шихты, свойств и количества шлака на движение газов в печи.

яя) Восстановление фосфора в доменной печи. Условия выплавки фосфористого чугуна.

ааа) Скорость движения и время пребывания газов в доменной печи.

ббб) Восстановление хрома, никеля в доменной печи. Выплавка природнолегированных хромоникелевых чугунов.

ввв) Формирование шлака в доменной печи

ггг) Оборудование для подогрева дутья

ддд) Распределение шихтовых материалов на колошнике доменной печи

еее) Применение пылеугольного топлива

жжж) Использование природного газа в доменной плавке

ззз) Требования к железо-рудному сырью

иии) Требования к коксу для доменной плавки

ккк) Обогащение дутья кислородом

ллл) Требования к составу передельных чугунов