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

Внепечная обработка стали

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

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная форма

Срок обучения: 4 года

Год начала подготовки 2025

Новокузнецк
2025

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: fc9174b54ee9e52ecccebc4447325f87f55889f2
Владелец: Директор ИПИТ Кольчурина Ирина Юрьевна
Действителен: с 17 апреля 2024 г. по 11 июля 2025 г.
Дата и время: 12-05-2025 10:43:36 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– Получение обучающимися теоретической подготовки в области физико-химических основ процессов внепечной обработки стали;.

Задачами учебной дисциплины являются:

– формирование знаний о теории и практике современного технологического процесса внепечной обработки стали.

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:

– Теоретические основы производства стали;
– Технология производства стали в конвертерах;
– Электрометаллургия стали.

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

– Разливка стали;
– Конструкции агрегатов сталеплавильного производства;
– Объемно-планировочные решения цехов сталеплавильного производства.

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	ПК-1.1 Анализирует технологические процессы черной металлургии	– знать: теоретические основы процессов внепечной обработки стали . – уметь: определять основные условия выполнения технологических процессов ковшевой металлургии.

	металлов	ПК-1.2 Определяет рациональные варианты технологии получения готовой продукции металлургического производства	– знать: Варианты технологических процессов обработки стали в ковше. – уметь: выбирать наиболее рациональную технологию внепечной обработки стали.
		ПК-1.3 Разрабатывает технологические процессы черной металлургии на основе современных технико-экономических требований	– знать: основы проектирования процессов внепечной обработки стали . – уметь: использовать теоретические знания для совершенствования технологических процессов обработки металла в ковше .

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

Семестр / курс		***ИТОГО***	***7 семестр***
Форма промежуточной аттестации			*экзамен*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***180***	*180*
	зачетных единиц	***5***	*5*
Лекции, *академ. час.*		***32***	*32*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*		***16***	*16*
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.*	***82***	*82*
в форме практической подготовки	***0***	*0*
Контроль, *академ. час.*	***18***	*18*
в форме практической подготовки	***0***	*0*

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Цели, задачи и способы внепечной обработки стали. Обработка стали при атмосферном давлении (Тема 1.1. Подготовка плавки к внепечной обработке
Тема 1.2. Продувка металла инертным газом
Тема 1.3. Обработка стали шлакообразующими смесями и порошкообразными материалами);

Раздел 2 Вакуумная обработка стали (Тема 2.1. Физико-химические процессы вакуумирования
Тема 2.2. Вакуумирование в ковше
Тема 2.3. Вакуумирование в струе
Тема 2.4. Порционное вакуумирование
Тема 2.5. Циркуляционное вакуумирование
Тема 2.6. Пульсационная обработка вакуумом);

Раздел 3 Комбинированные (комплексные) методы внепечной обработки (Комбинированные (комплексные) методы внепечной обработки).

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	**Темы лекций**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Внепечная обработка металла в сталеразливочном ковше при атмосферном давлении	12	
Раздел 2.	Вакуумная обработка стали	12	
Раздел 3.	Комбинированные (комплексные) методы внепечной обработки	8	
Итого:		**32**	**0**

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	**Темы практических занятий (семинаров)**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Расчет параметров	4	

	продувки металла нейтральным газом		
Раздел 1.	Обработка металла рафинировочными шлаками в ковше.	8	
Раздел 1.	Расчет состава и количества неметаллических включений	4	
Раздел 1.	Определение снижения температуры металла	6	
Раздел 2.	Порционное вакуумирование	4	
Раздел 2.	Циркуляционное вакуумирование	4	
Раздел 3.	Нагрев металла на агрегате ковш-печь	2	
Итого:		**32**	**0**

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	**Темы лабораторных работ**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1; Раздел 3.	Отработка практических навыков управления внепечной обработкой стали	16	
Итого:		**16**	**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. Изучение теоретического материала; 3. Подготовка к	30	

	лабораторной работе; 4. Подготовка к практическому занятию; 5. Прохождение тестирования.		
Раздел 2.	1. Изучение лекционного материала; 2. Изучение теоретического материала; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение тестирования.	22	
Раздел 3.	1. Изучение теоретического материала; 2. Подготовка к лабораторной работе; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение тестирования.	30	
Контроль	*Подготовка к экзамену*	18	
Итого:		**100**	**0**

10 Матрица компетентностных задач по учебной дисциплине

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Контролируемые компетенции	Оценочные средства
Раздел 1.	ПК-1	1. Вопросы для собеседования при защите отчета о лабораторной работе; 2. Вопросы для собеседования при защите отчета о практической работе; 3. Наблюдение за работой на лабораторной работе; 4. Наблюдение за работой на практическом занятии; 5. Тестовые задания
Раздел 2.	ПК-1	1. Вопросы для собеседования при защите отчета о практической работе; 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Тестовые задания
Раздел 3.	ПК-1	1. Вопросы для собеседования при защите отчета о лабораторной работе; 2. Вопросы для собеседования

		при защите отчета о практической работе; 3. Наблюдение за работой на лабораторной работе; 4. Наблюдение за работой на практическом занятии; 5. Тестовые задания
Экзамен.	ПК-1	1. Вопросы к экзамену

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 – 30 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 – вопросы для собеседования при защите отчета о лабораторной работе; вопросы для собеседования при защите отчета о практической работе; наблюдение за работой на лабораторной работе; наблюдение за работой на практическом занятии; тестовые задания.

12.2 Описание оценочных средств

Шкалы оценивания (методики оценки)

12.2.1 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

12.2.2 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».

12.2.3 Рекомендации по оцениванию ответов на вопросы в процессе собеседования при защите отчета о практической работе

Подготовку к защите отчета о практической работе обучающиеся осуществляют в рамках самостоятельной работы. Вопросы для подготовки к защите отчета о практической работе представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

Критерии оценки устных ответов на вопросы при защите отчета о практической работе:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– сопровождение ответа примерами (учитывается умение грамотно и с пользой применять фактический материал для подкрепления теоретического при устном ответе);

– рациональность использования времени, отведенного на ответ (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей обучающихся).

Критерии оценки устных ответов обучающихся на вопросы при защите отчета о практической работе

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Излагает материал последовательно и правильно; полно и аргументировано отвечает по содержанию задания.	2,5
Обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе и самостоятельно составленные.	1,25
Рационально использует время, отведенное на ответ; устный ответ не затянут во времени.	1,25
Итого	**5**

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

12.2.4 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».

12.2.5 Рекомендации по оцениванию в процессе собеседования при защите отчета о лабораторной работе

Подготовку к защите отчета о лабораторной работе обучающиеся осуществляют в рамках самостоятельной работы. Вопросы для подготовки к защите отчета о лабораторной работе представлены в методических указаниях к лабораторным занятиям.

Критерии оценки устных ответов на вопросы при защите отчета о лабораторной работе:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– сопровождение ответа примерами (учитывается умение грамотно и с пользой применять фактический материал для подкрепления теоретического при устном ответе);

– рациональность использования времени, отведенного на ответ (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей обучающихся).

Критерии оценки устных ответов обучающихся на вопросы при защите отчета о лабораторной работе

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Излагает материал последовательно и правильно; полно и аргументировано отвечает по содержанию задания.	2,5
Обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе и самостоятельно составленные.	1,25
Рационально использует время, отведенное на ответ; устный ответ не затянут во времени.	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: экзамен.

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

13.2 Оценивание обучающегося на экзамене

Оценка	Требования к знаниям
отлично	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически его

Оценка	Требования к знаниям
	излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал различной литературы, правильно обосновывает принятое нестандартное решение, обладает приемами выполнения практических задач по формированию компетенций.
хорошо	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает 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.
удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, испытывает сложности при выполнении практических работ и затрудняется связать теорию вопроса с практикой.
неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» 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 «неудовлетворительно» 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 Лузгин, В. П. Металлургия стали. Внепечная обработка стали : учебное пособие / В. П. Лузгин, С. В. Казаков. – Москва : МИСиС, 2003. – 47 с. – URL: https://www.studentlibrary.ru/book/Misis_163.html (дата обращения: 16.04.2025);

2 Шайнович, О. И. Индустриальные системы и оборудование в металлургии : курс лекций / О. И. Шайнович. – Москва : МИСиС, 2011. – 144 с. – ISBN 978-5-87623-502-2. – URL: https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785876235022.html (дата обращения: 16.04.2025);

3 Дюдкин, Д. А. Производство стали. Т. 1 : Процессы выплавки, внепечной обработки и непрерывной разливки стали / Д. А. Дюдкин, В. В. Кисиленко. – Москва : Теплотехник, 2008. – 528 с.;

4 Дюдкин, Д. А. Производство стали. Т. 2 : Внепечная обработка жидкого чугуна / Д. А. Дюдкин, В. В. Кисиленко. – Москва : Теплотехник, 2008. – 400 с.;

5 Меркер, Э. Э. Энергосберегающая технология внепечной обработки стали в агрегате ковш-печь : учебное пособие для вузов / Э. Э. Меркер, Д. А. Харламов, А. И. Кочетов. – 2-е изд., перераб. и доп. - Старый Оскол : ТНТ, 2007. – 223 с. – ISBN 9785941781164.

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

8 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);
- 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 (практических занятий);

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

Составитель(и):

профессор Протопопов Евгений Валентинович (кафедра металлургии черных металлов и химической технологии);

доцент Чернышева Наталья Анатольевна (кафедра металлургии черных металлов и химической технологии).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

Начальник сталеплавильного отдела Управления по технологии производства рельсового проката Технической дирекции по производству железнодорожного проката АО «ЕВРАЗ ЗСМК», к.т.н.



Д.В. Бойков

Приложение

1Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся

1Сталь-это сплав железа с:
а) Медью
б) Алюминием
в) Углеродом

2 Какой элемент в маркировке стали обозначается буквой «Г»?
а) Углерод
б) Марганец
в) Кремний

3 Металлошихта сталеплавильных процессов – это:
а) Передельный чугун, металлолом, ферросплавы
б) Металлолом, известь
в) Передельный чугун, флюсы

4 Основное количество углерода окисляется в процессе выплавки стали а) До СО
б) До CO_2

5 Сера придает металлу
а) твердость
б) красноломкость
в) хладноломкость

6. Основные условия удаления серы из металла
а) Максимум активной закиси железа в шлаке, минимум основности шлака, пониженная температура
б) Максимум активной закиси железа в шлаке, повышенная основность шлака, пониженная температура
в) Минимум активной закиси железа в шлаке, повышенная основность шлака, высокая температура

7 Фосфор придает стали
а) Мелкозернистую структуру
б) Красноломкость
в) Хладноломкость

8 Основные условия удаления фосфора из металла

а) Максимум активной закиси железа в шлаке, минимум основности шлака, пониженная температура

б) Максимум активной закиси железа в шлаке, повышенная основность шлака, пониженная температура

в) Минимум активной закиси железа в шлаке, повышенная основность шлака, высокая температура

9 Основные условия, способствующие восстановлению марганца

а) Высокая окисленность шлака, высокая температура расплава, высокая основность шлака

б) Низкая окисленность шлака, низкая температура расплава, высокая основность шлака

в) Низкая окисленность шлака, высокая температура расплава, высокая основность шлака

10. Наиболее распространенные неметаллические включения в стали

а) Сульфиды, нитриды

б) Оксиды, фосфиды

в) Оксиды, сульфиды

11. Азота придает стали

а) Красноломкость, трещины

б) Снижение механических характеристик

в) Снижение пластических характеристик, повышение склонности к старению, хладноломкость

12. Основные мероприятия по снижению загрязненности металла неметаллическими включениями

а) Продувка металла нейтральным газом

б) Дополнительный нагрев металла

в) Ввод алюминиевой проволоки.

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

1 Тестирование по результатам освоения теоретического материала и самостоятельной работы

Раздел 1«Обработка стали при атмосферном давлении»

Перечень вопросов для тестирования:

1. С какой целью осуществляется перемешивание металла в ковше при внепечной обработке?

Выберите один правильный ответ

а) для выравнивания температуры и усреднения химического состава металла по объему ковша;

б) для удаления фосфора;

в) для удаления серы.

2. Основной способ нагрева металла в сталеразливочном ковше

Выберите один правильный ответ

а) за счет тепла окисления алюминия при продувке металла кислородом;

б) за счет тепла окисления железа при продувке металла кислородом;

в) электрической дугой.

3.Расход инертного газа при продувке металла в ковше составляет, $м^3$/ч :

Выберите один правильный ответ

а) 100-300;

б) 1-5;

в) 30-80.

4. *Выберите один правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.*

Для эффективной десульфурации стали окисленность шлака должна составлять, %:

а) 10-15;

б) не более 1;

в) 3-5.

Ответ: _____

5. Газом, применяемым для продувки металла в ковше, является:

Выберите один правильный ответ

а) гелий;

б) водород;

в) аргон.

6. Основной целью обработки металла силикокальцием является:

Выберите один правильный ответ

а) модифицирование неметаллических включений;

б) раскисление стали;

в) дефосфорация.

7. Основные реализуемые способы перемешивания металла в ковше:

Выберите один правильный ответ

а) электрической мешалкой;

б) электромагнитный;

в) продувкой инертным газом.

8. Футеровка ковша для внепечной обработки стали является:

Выберите один правильный ответ

а) шамотной;

б) кремнеземистой

в) периклазоуглеродистой.

9. Порошковая проволока подается в ковш:

Выберите один правильный ответ

а) через систему дозирования;

б) трайб-аппаратом;

в) вручную.

10. Реактор аргонно-кислородного рафинирования предназначен для производства марок сталей:

Выберите один правильный ответ

а) низкоуглеродистых;

б) высокоуглеродистых.

11. *На выпуске металла из конвертера отсутствует система отсечки шлака. Какая характеристика химических свойств шлака негативно влияет на результат внепечной обработки? (существительное в единственном числе, одно слово)*

Ответ: _____

Задание 1. Рассчитать содержание в металле водорода после продувки при начальной концентрации в металле, равной 0,0008 % и расходе газа 0,5м^3/мин. K_H принять равной 0,0026.

$$[H]_к = \frac{1}{(V \cdot m_{H_2} / 2240 \cdot K_H^2 \cdot P + 1/[H]_н)};$$

Задание 2. Рассчитать содержание в металле азота после продувки при начальной концентрации в металле, равной 0,008 % и расходе газа 0,5м^3/мин. K_N принять равной 0,025.

$$[\mathrm{N}]_к = \frac{1}{(\mathrm{V} \cdot \mathrm{m}_{\mathrm{N}_2} / 2240 \cdot \mathrm{K}_\mathrm{N}^2 \cdot \mathrm{P} + 1/[\mathrm{N}]_н)}$$

Задание 3. Рассчитать необходимое время перемешивания металла (мин) при подаче аргона через донные фурмы по выражению $\tau = 500 \cdot \varepsilon^{-0,40}$,если удельная мощность перемешивания составит 0,012 кВт/т.

Задание 4. Рассчитать необходимое время перемешивания металла (мин) при подаче аргона через погружную фурму по выражению

Задание 5. Рассчитать количество образующегося оксида MnO, если концентрация Mn в готовой стали равна 0,95 % . Принять угар марганца равным 15%.

Элемент	Концентрация в стали, %	Введено в	Угар	Образуется

		сталь, %	элемента, %	оксидов, кг
Mn				

Раздел 2 Вакуумная обработка стали

1 *Процесс удаление газов из стали называется (имя существительное в единственном числе, одно слово)*

Ответ: _____

2 Вставьте пропущенное слово в схеме

Способы вакуумирования металла			
А ковшевое	Б при переливе	В порционное	Г_____

Ответ:_____

3 *Прочитайте текст и вставьте пропущенное значение(в %).*

Флокенонечувствительная сталь – это сталь с содержанием водорода менее_____.

Ответ: _____

4 *Прочитайте и ответьте на вопрос (ответ запишите в виде аббревиатуры).*

Какой технологический процесс вакуумной обработки стали позволяет получить сверхнизкое содержание углерода?

Ответ: _____

5 *Соотнесите характеристики технологий вакуумной обработки стали с их названием:*

Название технологии	Характеристика
1 ковшевое вакуумирование	А подача в камеру и слив в ковш металла осуществляется через один патрубок
2 струйное вакуумирование	Б ковш с металлом устанавливается в вакуумную камеру
3 порционное вакуумирование	В подача в камеру и слив в ковш металла осуществляется через подъемный и сливной патрубки соответственно
4 циркуляционное вакуумирование	Г металл подается через отверстие в крышке вакуумной камеры в ковш или изложницу в ней установленные

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В	Г

6.*Процесс вакуумирования в ковше имеет недостатки:*

А) необходимость иметь запас ковша по высоте

Б) процесс осуществляется в ковшах малой емкости

В) верно все вышеперечисленное

7. Оборудование вакуумных установок включает:

А) вакуумный насос

Б) .шлюзовую систему подачи ферросплавов

В) устройство подогрева футеровки камеры

Г) газоохладитель

Д) верно все вышеперечисленное

8 Верно ли утверждение, что содержание газов в результате вакуумирования нераскисленной стали ниже , чем раскисленной

А) да

Б) нет

9 Назначение вакуумной обработки металла:

А) дегазация;

Б) дефосфорция;

В) десульфурация.

Раздел 3 Комбинированные способы внепечной обработки стали

1 *Прочитайте и ответьте (имя существительное в единственном числе, одно слово)*

Агрегат для подачи порошковой проволоки называется_____

Ответ: _____

2 *Вставьте пропущенное слово*

Процесс _____неметаллических включений – процесс изменения формы и химического состава неметаллических включений

Ответ: _____

3 Выразить концентрацию газа, равную 2 ppm, в %

Ответ: _____

4 *Прочитайте текст и аргументируйте ответ*

После обработки металла на агрегате ковш-печь анализ показал наличие значительного количества глиноземных неметаллических

включений (Al_2O_3). Какой технологический прием необходимо предусмотреть для снижения количества этих включений? *(имя существительное в единственном числе, одно слово)*

Ответ: _____

5 *Посмотрите на формулу* $[\%H] = K_H\sqrt{p_{\{H_2\}}}$ *и определите, что обозначает символ K, если* [%H]– содержание водорода в металле, %; $p_{\{H_2\}}$ – парциальное давление водорода в газовой фазе *(имя существительное в единственном числе, одно слово)*

Ответ:_____

6 Для чего используют продувку металла порошками

А) обеспечивают максимальный контакт вдуваемых твердых реагентов с металлом

Б) для дегазации

В) для охлаждения металла

7 Основой синтетического шлака является

А) CaO

Б) SiO_2

В) FeO

8 В аббревиатуре процесса VAD буква А означает:

А) arc- дуга

Б) argon –аргон

9 В аббревиатуре процесса VOD буква D означает:

А) degassing – дегазация

Б) decarburization – обезуглероживание

10 С какой целью производится *отсечка шлака при выпуске металла из сталеплавильного агрегата?*

А). для снижения расхода раскислителей;

Б). для увеличения угара элементов;

В). для снижения дефосфорации

Задание 1. Рассчитать изменение температуры металла в сталеразливочном ковше при вводе 1,2 кг ферромарганца, если снижение температуры составляет 2,74 °С при введении 1 кг материала на 1 т металла.

Задание 2. Рассчитать изменение температуры металла в сталеразливочном ковше при вводе 2,0 кг ферросилиция, если повышение температуры составляет 0,49 °С при введении 1 кг материала на 1 т металла.

Задание 3. Рассчитать изменение температуры металла в сталеразливочном ковше при вводе 1,5 кг феррохрома, если снижение температуры составляет 2,49 °С при введении 1 кг материала на 1 т металла.

Задание 4. Рассчитать изменение температуры металла в сталеразливочном ковше при вводе 0,15 кг алюминия, если повышение температуры составляет 1,8 °С при введении 1 кг материала на 1 т металла.

Задание 5. Рассчитать снижение температуры металла при вводе 400 м порошковой проволоки с силикокальцийсодержащим наполнителем $\Delta T_{пп}$. Принять снижение температуры на 100 м проволоки 1,2 °С.

3 Выполнение практических работ

Задания и требования к выполнению практических работ приведены в методических указаниях.

4 Выполнение лабораторных работ

Задания и требования к выполнению лабораторных работ приведены в методических указаниях

5 Вопросы к экзамену для промежуточной аттестации

1 Цели и задачи ковшовой металлургии
2 Подготовка плавки к внепечной обработке
3 Способы отсечки печного шлака.
4 Классификация способов внепечной обработки стали.
5 Способы перемешивания металла в ковше.
6 Технология продувки металла инертным газом.
7 Оборудование для ковшовой продувки стали.
8 Влияние продувки на качество стали (усреднение по температуре)
9 Влияние продувки на качество стали (гомогенизация по химическому составу).
10 Влияние продувки на качество стали (удаление вредных газов).
11 Влияние продувки на качество стали (флотация неметаллических включений).
12 Реактор аргонно-кислородного рафинирования.
13 Технология аргонно-кислородного рафинирования.
14 Влияние кальция на свойства стали.
15 Вдувание кальцийсодержащих материалов.
16 Способы введения кальция в металл.

17 Процесс десульфурации стали в ковше твердой шлакообразующей смесью.
18 Процесс десульфурации стали в ковше синтетическим шлаком.
19 Вакуумная обработка металла (основные понятия, характеристика вакуума)
20 Термодинамика обезуглероживания и раскисления в вакууме.
21 Удаление неметаллических включений при вакуумировании.
22 Термодинамика дегазации стали.
23 Конструкция ковшевого вакууматора.
24 Вакуумирование в ковше без принудительного перемешивания.
25 Вакуумирование в ковше с электромагнитным перемешиванием.
26 Вакуумирование в ковше с продувкой инертным газом.
27 Струйное вакуумирование металла при переливе из ковша в ковш.
28 Струйное вакуумирование металла при отливке слитков.
29 Оборудование вакуумных установок (механизм подъема и опускания камеры).
30 Оборудование вакуумных установок (устройство для загрузки легирующих и раскислителей).
31 Оборудование вакуумных установок (устройства для нагрева футеровки камеры).
32 Вакуумные насосы.
33 Особенности конструкции вакуумной камеры порционного типа (DH).
34 Футеровка камеры DH и патрубка.
35 Ход и характеристика DH процесса.
36 Результаты обработки металла в порционном вакууматоре.
37 Конструкция вакуумной камеры циркуляционного типа (RH).
38 Футеровка камеры RH и патрубков.
39 Стойкость элементов камеры RH.
40 Коэффициент рециркуляции вакуумной обработки.
41 Расчет производительности камеры RH.
42 Технологические особенности процесса RH.
43 Результаты обработки металла в циркуляционном вакууматоре.
44 Циркуляционное вакуумирование с окислением (RH-OB).
45 Недостатки простых способов внепечной обработки стали
46 Конструктивные особенности агрегата ASEA-SKF
47 Конструкция агрегата VAD (Vacuum Arc Degassing).
48 Технология процесса VAD (Vacuum Arc Degassing).

49 Преимущества перевода агрегатов ковш-печь на постоянный ток
50 Технология процесса VOD (vacuum oxygen degassing).