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

Внепечная обработка стали

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

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная форма

Срок обучения: 4 года

Год начала подготовки 2026

Новокузнецк
2026

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: b74f1896a8e5f6d1b42349567b351e7a7b0d4c48
Владелец: Директор ИМиМ Уманский Александр Александрович
Действителен: с 8 июля 2025 г. по 1 октября 2026 г.
Дата и время: 04-03-2026 19:35:32 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:

– Металлургия черных металлов;

– Теория металлургических процессов.

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

– Современные технологии производства стали;

– Разливка и непрерывная разливка стали;

– Спецметаллургия.

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	ПК-1.1 Понимает технологические процессы металлургического производства	– знать: теоретические основы процессов внепечной обработки стали . – уметь: определять основные условия выполнения технологических процессов ковшевой металлургии.
		ПК-1.2 Выбирает рациональные	– знать: Варианты технологических

		варианты технологии получения готовой продукции металлургического производства	процессов обработки стали в ковше. – уметь: выбирать наиболее рациональную технологию внепечной обработки стали.
		ПК-1.3 Проектирует технологические процессы металлургической отрасли 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), 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, зачет с оценкой по КР*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***144***	*144*
	зачетных единиц	***4***	*4*
Лекции, *академ. час.*		***16***	*16*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Практические занятия, *академ. час.*		***10***	*10*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Курсовая работа, *академ. час.*		***36***	*36*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Консультации, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*		***64***	*64*

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 расплава инертным газом
Тема 1.3. Обработка стали шлакообразующими смесями и порошкообразными материалами);

Раздел 2 Вакуумная обработка стали (Тема 2.1. Теоретические основы 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. Окислительное вакуумирование);

Раздел 3 Комбинированные способы внепечной обработки стали (Тема 3.1 Агрегаты для внепечной обработки
Тема 3.2 Технологические схемы обработки).

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	**Темы лекций**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Цели, задачи и способы внепечной обработки стали. Обработка стали при атмосферном давлении	6	
Раздел 2.	Вакуумная обработка стали	6	
Раздел 3.	Комбинированные способы внепечной обработки стали	4	
Итого:		**16**	**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 продувки металла нейтральным газом	1	

Раздел 1.	Обработка металла рафинировочными шлаками в ковше.	2	
Раздел 1.	Расчет состава и количества неметаллических включений	1	
Раздел 1.	Определение снижения температуры металла	1	
Раздел 2.	Порционное вакуумирование	2	
Раздел 2.	Циркуляционное вакуумирование	2	
Раздел 3.	Нагрев металла на агрегате ковш-печь	1	
Итого:		**10**	**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**
Раздел 1; Раздел 3.	Расчет технологических параметров доводки высококачественной стали на агрегате ковш-печь	36	
Итого:		**36**	**0**

9 Виды самостоятельной работы

№ раздела / темы дисциплины	**Виды самостоятельной работы**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	1. Подготовка к практическому занятию.	22	
Раздел 2.	1. Подготовка к практическому занятию.	22	
Раздел 3.	1. Подготовка к практическому занятию.	20	
Курсовая работа	*Выполнение курсовой работы*	36	0

Контроль	*Подготовка к экзамену*	18	
Итого:		**118**	**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 практической работе; 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Оценивание этапов выполнения курсовой работы
Раздел 2.	ПК-1	1. Вопросы для собеседования при защите отчета о практической работе; 2. Наблюдение за работой на практическом занятии
Раздел 3.	ПК-1	1. Вопросы для собеседования при защите отчета о практической работе; 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Оценивание этапов выполнения курсовой работы
Курсовая работа.	ПК-1	1. Вопросы к защите курсовой работы
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 – 20 минут.

Бланковое тестирование проводится в течение первых двух недель изучения учебной дисциплины.

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 виде бланкового тестирования.

Формы проведения текущего контроля – вопросы для собеседования при защите отчета о практической работе; наблюдение за работой на практическом занятии; оценивание этапов выполнения курсовой работы.

12.2 Описание оценочных средств

Шкалы оценивания (методики оценки)

12.2.1 Рекомендации по оцениванию этапов выполнения курсовой работы

Курсовая работа – конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве, а также уровень сформированности аналитических, исследовательских умений, умений практического и творческого мышления.

Оценивание этапов выполнения курсовой работы проводится в рамках текущей аттестации (три раза в семестр) в соответствии с графиком выполнения курсовой работы по учебной дисциплине. Результаты аттестации обучающихся по выполнению ими курсовой работы оцениваются руководителями в процентах от общего объема выполненной работы. Сроки выполнения курсовой работы устанавливаются кафедрой в графике выполнения курсовой работы. График выполнения курсовой работы выдается старостам групп в начале каждого семестра.

Критерии оценки % выполнения курсовой работы

Этап работы	% выполнения	Форма отчетности
Расчет параметров продувки металла нейтральным газом	20	Рабочие материалы курсового проекта
Обработка металла рафинировочными шлаками в ковше	70	Рабочие материалы курсового проекта
Определение снижения температуры металла	90	Рабочие материалы курсового проекта
Оформление расчетно-пояснительной записки	100	Оформленная курсовая работа
	100	

Критерии оценки курсовой работы

Критерии оценки выполнения курсовой работы	Оценка
Задание выполнено полностью: цель достигнута; основные понятия выделены; имеются в наличии схемы, графическое выделение особо значимой информации; все выводы и рекомендации обоснованы, работа тщательно вычитана, отсутствуют грамматические и стилистические ошибки, работа выполнена в полном объёме; процент выполнения задания соответствует плановому.	отлично
Задание выполнено: цель выполнения достигнута; наличие правильных эталонных ответов; однако работа выполнена не в полном объёме, имеются единичные опечатки, орфографические, пунктуационные, грамматические,	хорошо

стилистические ошибки; график выполнения задания нарушен на 10 – 20 %.	
Задание выполнено частично: цель выполнения достигнута не полностью; многочисленные ошибки снижают качество выполненной работы; работа представлена с отклонением от запланированного срока на 50 %.	удовлетворительно
Задание не выполнено, цель работы не достигнута.	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».

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: курсовая работа; экзамен.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся включают: вопросы к защите курсовой работы; вопросы к экзамену.

13.2 Оценивание обучающегося на защите курсовой работы

Оценка	Требования к знаниям
отлично	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если выполнены все требования к выполнению и защите курсовой работы: соблюдены требования к внешнему оформлению, последовательно изложен материал; при защите обучающийся демонстрирует умения применять теоретические знания основной и дополнительной литературы, может показать и объяснить применение технологических решений, использованных в курсовой работе; даны правильные ответы на вопросы, заданные в процессе защиты курсовой работы.
хорошо	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если основные требования к выполнению и защите курсовой работы выполнены, но при этом допущены недочеты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в решениях, имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите курсовой работы даны неполные ответы.
удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если имеются существенные отступления от требований к выполнению и защите курсовой работы. В частности: задача решена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании и оформлении; при ответе на дополнительные вопросы на защите курсовой работы обучающийся показывает знания только основного материала, испытывает затруднения при объяснении выбранных решений.
неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если задача решена лишь частично; допущены грубые ошибки в содержании и при оформлении или при ответе на дополнительные вопросы; во время защиты курсовой работы обучающийся обнаруживает существенное непонимание проблемы.

Если допущены существенные недостатки в оформлении курсовой работы, опущен или не написан какой-либо раздел, имеются отступления от задания на курсовую работу, то такая курсовая работа возвращается обучающемуся на доработку.

13.3 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 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 / Лузгин В. П. , Казаков С. В. - Москва : МИСиС, 2003. - 47 с. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/Misis_163.html (дата обращения: 03.03.2026);

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: 03.03.2026);

3 Поволоцкий, Д.Я. Внепечная обработка стали : учебник для вузов / Д.Я. Поволоцкий, В.А. Кудрин, А.Ф. Вишкарев. – Москва : МИСИС, 1995. – 256 с.;

4 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. : ил.;

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. : ил. - Библиогр.: с.214-223. - ISBN 9785941781164.;

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

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.

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.

Согласована:

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

Выберите один правильный ответ.

1. Сталь-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

1. 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 неметал лическими 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

Раздел 1«Обработка стали при атмосферном давлении»

1.1 Тестовый опрос на лекции

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

   а) для выравнивания температуры металла по объему ковша;

   б) для удаления фосфора;

   в) для усреднения химического состава металла по объему ковша.

3. Способы нагрева металла в сталеразливочном ковше:

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

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

   в) электрической дугой.

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

   а) 100-300;

   б) 1-5;

в) 30-80.

5. Для эффективной десульфурации стали окисленность шлака должна составлять, %:

   а) 10-15;
   б) не более 1;
   в) 3-5.

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

   а) гелий;
   б) водород;
   в) аргон.

7. Основной целью обработки металла силикокальцием является:

   а) модифицирование неметаллических включений;
   б) раскисление стали;
   в) дефосфорация.

8. Реализуемые способы перемешивания металла в ковше:

   а) электрической мешалкой;
   б) электромагнитный;
   в) продувкой инертным газом.

9. Футеровка ковша для внепечной обработки стали является:

   а) шамотной;
   б) кремнеземистой
   в) периклазоуглеродистой.

10. Порошковая проволока подается в ковш:

    а) через систему дозирования;
    б) трайб-аппаратом;
    в) вручную.

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

    а) низкоуглеродистых;
    б) высокоуглеродистых.

1.2 Практическое занятие 1 «Продувка металла нейтральными газами в сталеразливочном ковше. Расчет дегазации металла при различных вариантах процесса»

1.2.1 Вопросы и задания для собеседования при защите отчета о практической работе

1Обоснование технологической необходимости обработки металла в сталеразливочном ковше;

2 Современные технологии получения стали высокого качества;
3 Характеристика способов внепечной обработки стали.
4 Влияние продувки на качество стали

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

1.3 Практическое занятие 2 «Обработка металла рафинировочными шлаками в сталеразливочном ковше. Расчет технологических параметров процесса»

1.3.1 Вопросы и задания для собеседования при защите отчета о практической работе

1 Как осуществляется обработка металла рафинировочными шлаками в сталеразливочном ковше?
2 Расскажите о процессе десульфурации стали в ковше твердой шлакообразующей смесью.
3 Процесс десульфурации стали в ковше синтетическим шлаком.

Задание 1. 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 сталь, %	Угар элемента, %	Образуется оксидов, кг

Mn				

Задание 2. Рассчитать количество образующегося оксида SiO_2, если концентрация Si в готовой стали равна 1,0 % . Принять угар кремния равным 20%.

Элемент	Концентрация в стали, %	Введено в сталь, %	Угар элемента, %	Образуется оксидов, кг
Si				

Задание 3. Рассчитать количество образующегося оксида Cr_2O_3, если концентрация Cr в готовой стали равна 0,95 % . Принять угар хрома равным10%.

Элемент	Концентрация в стали, %	Введено в сталь, %	Угар элемента, %	Образуется оксидов, кг
Cr				

Задание 4. Рассчитать количество образующегося оксида Al_2O_3, если концентрация Al в готовой стали равна 0,03 % . Принять угар алюминия равным 80%.

Элемент	Концентрация в стали, %	Введено в сталь, %	Угар элемента, %	Образуется оксидов, кг
Al				

Задание 5. Содержание кислорода в стали на выпуске из сталеплавильного агрегата определяется по уравнению [O] = 0,00252 + 0,0032 / [C%]. Определить содержание кислорода при условии концентрации углерода на повалке равной 0,12%.

Задание 6. Определить температуру ликвидус стали (К) при содержании элементов, %: C=0,30; Mn=1,0; Si=1,05; S=0,025; P=0,020 по выражению

$$T_{ликв}=1812-(80[C]+7,5[Mn]+20[Si]+34[S]+94[P]+17,4[Nb]+3,5[Ni])$$

Задание 7. Определить температуру солидус стали (К) следующего химического состава, %: C=0,30; Mn=1,0; Si=1,05; S=0,025; P=0,020 по выражению

$$T_{сол}=1812-(410[C]+20[Mn]+18,6[Si]+940[S]+184[P]+4[Cr]+6,5[Ni]).$$

Задание 8. Найти количество порошковой проволоки марки СК30, необходимой для модифицирования неметаллических включений, если необходимо ввести в расплав 6,9 кг кальция

Задание 9. Определить состав образующихся докристаллизационных неметаллических включений, если образуется следующее количество неметаллических включений типа MnO=0,10 %; SiO_2 =0,02%; Al_2O_3 =0,005% .

Задание 10. Найти количество послекристаллизационных неметаллических включений, состоящих только из Al_2O_3, если концентрация кислорода в соединении составляет $7,0*10^{-5}$ %.

Задание 11. На выпуске металла из конвертера отсутствует система отсечки шлака. Опишите к чему это приведет?

Раздел 2 Вакуумная обработка стали

2.1 Устный опрос на лекции

2. Теоретические основы вакуумирования.
3. Вакуумирование в ковше.
4. Конструкция ковшей. Футеровка.
5. Преимущества способов обработки металла с перемешиванием.
6. Вакуумирование в струе.
7. Результаты вакуумирования нераскисленной и раскисленной стали.
8. Оборудование вакуумных установок.
9. Особенности конструкции вакуумной камеры.
10. Характеристика процесса порционного вакуумирования.
11. Ход процесса циркуляционного вакуумирования. Характеристика процесса.

2.2 Практическое занятие 1 «Вакуумные установки порционного типа. Расчет размеров вакуумной камеры»

2.2.1 Вопросы для собеседования при защите отчета о практической работе

1 Какие физико-химические процессы наблюдаются при вакуумной обработке стали?

2 Дегазация стали при вакуумировании в ковше - это удаление каких газов?

3 Особенности конструкции вакуумной установки порционного типа.

2.3 Практическое занятие 2 «Вакуумные установки циркуляционного типа. Расчет размеров вакуумной камеры»

2.3.1 Вопросы и задания для собеседования при защите отчета о практической работе

1 Конструкционные решения вакуумной установки циркуляционного типа

2 Технологические особенности обработки стали при циркуляционном вакуумировании.

Задание 1. Докажите утверждение, что достигаемое содержание водорода в металле в процессе циркуляционного вакуумирования ниже, чем в процессе порционного вакуумирования.

Задание 2. Опишите какие технологические приемы внепечной обработки стали позволят получить флокенонечувствительную сталь.

Задание 3. Продувка металла кислородом в конвертере не позволяет получить сверхнизкое содержание углерода. Какой технологический прием внепечной обработки стали обеспечит содержание углерода, равное 0,01%?

Раздел 3 Комбинированные способы внепечной обработки стали

3.1 Устный опрос на лекции

1. Конструктивные особенности агрегата «ковш-печь».
2. Конструктивные особенности агрегата ASEA-SKF.
3. Конструктивные особенности агрегата Fincl.
4. Конструктивные особенности агрегата AP.
5. Конструктивные особенности агрегата VAD.
6. Конструктивные особенности агрегата VOD.
7. Технологические схемы обработки на агрегате LF.
8. Процесс модифицирование неметаллических включений в агрегатах внепечной обработки стали.

9. Преимущества и недостатки технологических операций, осуществляемых в различных агрегатах.

3.2 Практическое занятие «Нагрев металла на агрегате ковш-печь. Расчет мощности трансформатора и продолжительности процесса»

3.2.1 Вопросы и задания для собеседования при защите отчета о практической работе

1 Назовите технологические варианты нагрева и обработки металла в сталеразливочном ковше.

2 Технологические особенности процесса внепечной обработки стали на агрегате ковш-печь.

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.

Задание 6.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?

Задание 4. Определить потребное количество электроэнергии (кВт·ч) для нагрева расплава в агрегате ковш-печь по выражению

$q_{эл} = \frac{Q_{Me}}{3,6}$ при условии, что количество тепла, необходимое для нагрева металла на 1°С равно 450 МДж.

3 Вопросы к защите курсового проекта

1.Какими показателями характеризуется качество стали?
2. Условия удаления вредных примесей.
3. Как осуществляется отсечка шлака при выпуске металла из агрегата?
4. С какой целью производится перемешивание расплава в ковше?
5. Назовите расход инертного газа в ковше.
6. Оборудование для продувки металла в ковше.
7. Влияние продувки металла инертным газом на качество стали.
8. Схема подачи порошковой проволоки в ковш.
9. Химический состав применяемой твердой шлакообразующей смеси.
10. Цель вакуумной обработки стали.
11. Термодинамика дегазации стали.
12. Основные характеристики вакуума.
13.Оборудование вакуумных установок.
14. Конструктивные особенности вакуумных установок.
15. Конструктивные особенности агрегата ковш-печь.

4 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).