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

Технология производства стали в конвертерах

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: 15-06-2025 09:44:53 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– формирование инженерного мышления и представлений о современных технологических вариантах выплавки стали различного сортамента в кислородных конвертерах.

Задачами учебной дисциплины являются:

– получение обучающимися достаточных теоретических знаний в области физико-химических основ сталеплавильных процессов;
– формирование у обучающихся приемов и навыков совершенствования технологии выплавки стали в конвертерах;
– формирование у обучающихся знаний о процессах шлакообразования и их влиянии на качество производимой стали;
– формирование у обучающихся первичных практических навыков управления процессами выплавки стали в конвертерах.

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:

– Термодинамика и кинетика металлургических процессов;
– Химия;
– Основы производства и обработки металлов.

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

– Теоретические основы производства стали;
– Электрометаллургия стали;
– Внепечная обработка стали;
– Разливка стали;
– Конструкции агрегатов 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 металлов	ПК-1.1 Анализирует технологические процессы черной металлургии	– знать: теоретические основы процессов производства стали. – уметь: определять условия протекания основных реакций в процессе конвертерного производства стали.
		ПК-1.2 Определяет рациональные варианты технологии получения готовой продукции металлургического производства	– знать: варианты технологий получения готовой продукции. – уметь: выбирать рациональный вариант технологии получения готовой продукции металлургического производства.
		ПК-1.3 Разрабатывает технологические процессы черной металлургии 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

Семестр / курс		***ИТОГО***	***6 семестр***
Форма промежуточной аттестации			*экзамен, зачет с оценкой по КП*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***216***	*216*
	зачетных единиц	***6***	*6*

Лекции, *академ. час.*	***32***	*32*
в форме практической подготовки	***0***	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*	***8***	*8*
в форме практической подготовки	***0***	*0*
Практические занятия, *академ. час.*	***30***	*30*
в форме практической подготовки	***0***	*0*
Курсовой проект, *академ. час.*	***54***	*54*
в форме практической подготовки	***0***	*0*
Консультации, *академ. час.*	***0***	*0*
в форме практической подготовки	***0***	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*	***47***	*47*
в форме практической подготовки	***0***	*0*
Контроль, *академ. час.*	***45***	*45*
в форме практической подготовки	***0***	*0*

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Введение. Возникновение и развитие кислородно-конвертерного процесса;

Раздел 2 Дутьевой режим процесса. Истечение кислорода;

Раздел 3 Шлакообразование;

Раздел 4 Процессы и основные реакции кислородно-конвертерного производства;

Раздел 5 Конвертерные процессы с донной и комбинированной продувкой;

Раздел 6 Технологии передела чугунов специфического состава.

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	Темы лекций	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	в форме практической подготовки
Раздел 1.	Исторические сведения о развитии конвертерного процесса. Статистические данные по производству стали. Перспективы развития	1	
Раздел 2.	Конструкции кислородных фурм и основы их расчета. Особенности взаимодействия дутья с ванной при продувке сверху. Аэродинамика кислородной струи. Многоструйные фурмы	5	
Раздел 3.	Шихта кислородно-конвертерного процесса.	6	

	Режим присадки сыпучих материалов . Закономерности шлакообразования. Механизм растворения извести. Пути улучшения шлакообразования		
Раздел 4.	Термодинамика реакций в кислородном конвертере. Окислительные процессы при продувке кислородом. Особенности окисления углерода. Поведение отдельных примесей	12	
Раздел 5.	Конструкции донных дутьевых устройств. Технологические особенности процессов. Преимущества и недостатки процессов с донной и комбинированной продувкой	4	
Раздел 6.	Технологические особенности передела высокофосфористых чугунов с использованием кусковой и порошкообразной извести. Процесс КалДо. Передел ванадиевых и высокомарганцовистых чугунов	4	
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 2; Раздел 3; Раздел 4.	Технологические основы производства стали в конвертерах. Расчет шихтовки плавки	6	
Раздел 2; Раздел 3; Раздел 4.	Технологические основы производства стали в конвертерах. Изучение оборудования тренажера	2	
Раздел 2; Раздел 3; Раздел 4.	Технологические основы производства стали в конвертерах. Основы производства стали	2	
Раздел 2;	Технологические основы	20	

Раздел 3; Раздел 4.	производства стали в конвертерах. Проведение технологического процесса; анализ результатов работы		
Итого:		**30**	**0**

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	Темы лабораторных работ	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 2.	Исследование особенностей гидродинамики конвертерной ванны. Моделирование продувки металла кислородом сверху. Изучение влияния положения фурмы на параметры реакционной зоны.	4	
Раздел 2.	Исследование особенностей гидродинамики конвертерной ванны. Моделирование продувки металла кислородом сверху. Изучение влияния интенсивности продувки на параметры реакционной зоны.	4	
Итого:		**8**	**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 2; Раздел 3; Раздел 4; Раздел 5; Раздел 6.	Расчет материального и теплового балансов кислородно-конвертерной плавки с использованием дополнительных теплоносителей	54	
Итого:		**54**	**0**

9 Виды самостоятельной работы

№ раздела / темы	Виды самостоятельной	Трудоемкость, *академ.час*

дисциплины	работы	всего	в форме практической подготовки
Раздел 1.	1. Изучение лекционного материала; 2. Изучение теоретического материала; 3. Прохождение тестирования.	6	
Раздел 2.	1. Изучение лекционного материала; 2. Изучение теоретического материала; 3. Подготовка к лабораторной работе; 4. Подготовка к практическому занятию; 5. Прохождение тестирования.	8	
Раздел 3.	1. Изучение лекционного материала; 2. Изучение теоретического материала; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение тестирования.	10	
Раздел 4.	1. Изучение лекционного материала; 2. Изучение теоретического материала; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение тестирования.	11	
Раздел 5.	1. Изучение лекционного материала; 2. Изучение теоретического материала; 3. Прохождение тестирования.	6	
Раздел 6.	1. Изучение лекционного материала; 2. Изучение теоретического материала; 3. Прохождение	6	

	тестирования.		
Курсовой проект	*Выполнение курсового проекта*	54	0
Контроль	*Подготовка к экзамену*	45	
Итого:		**146**	**0**

10 Матрица компетентностных задач по учебной дисциплине

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Контролируемые компетенции	Оценочные средства
Раздел 1.	ПК-1	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Оценивание этапов выполнения курсового проекта; 3. Оценка участия в работе на лекционном занятии; 4. Тестовые задания
Раздел 2.	ПК-1	1. Вопросы для собеседования при защите отчета о лабораторной работе; 2. Вопросы для собеседования при защите отчета о практической работе; 3. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 4. Наблюдение за работой на лабораторной работе; 5. Наблюдение за работой на практическом занятии; 6. Оценивание этапов выполнения курсового проекта; 7. Оценка участия в работе на лекционном занятии; 8. Тестовые задания
Раздел 3.	ПК-1	1. Вопросы для собеседования при защите отчета о практической работе; 2. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 3. Наблюдение за работой на практическом занятии; 4. Оценивание этапов выполнения курсового проекта; 5. Оценка участия в работе на лекционном занятии; 6. Тестовые задания
Раздел 4.	ПК-1	1. Вопросы для собеседования при защите отчета о практической работе; 2. Вопросы для устного обсуждения (опроса);

		3. Наблюдение за работой на практическом занятии; 4. Оценивание этапов выполнения курсового проекта; 5. Оценка участия в работе на лекционном занятии; 6. Тестовые задания
Раздел 5.	ПК-1	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Оценивание этапов выполнения курсового проекта; 3. Оценка участия в работе на лекционном занятии; 4. Тестовые задания
Раздел 6.	ПК-1	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Оценивание этапов выполнения курсового проекта; 3. Оценка участия в работе на лекционном занятии; 4. Тестовые задания
Курсовой проект.	ПК-1	1. Вопросы к защите курсового проекта
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.

Тестирование проводится в течение первых двух недель изучения учебной дисциплины в СУО «Moodle» или на бумажном носителе.

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; вопросы для устного обсуждения (опроса); наблюдение за работой на лабораторной работе; наблюдение за работой на практическом занятии; оценивание этапов выполнения курсового проекта; оценка участия в работе на лекционном занятии; тестовые задания.

12.2 Описание оценочных средств

Шкалы оценивания (методики оценки)

12.2.1 Рекомендации по оцениванию устных ответов обучающихся

С целью контроля и подготовки обучающихся к изучению новой темы в начале занятия лекционного типа (лекции) педагогическим работником проводится индивидуальный или фронтальный устный опрос по выполненным заданиям предыдущего раздела (темы).

Критерии оценки:

– 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);

– рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);

– своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается умение грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе);

– использование дополнительного материала (обязательное условие);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени).

Оценка «отлично» ставится, если обучающийся:

– полно и аргументировано отвечает по содержанию задания;

– обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе самостоятельно составленные;

– излагает материал последовательно и правильно.

Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1 – 2 ошибки, которые сам же исправляет.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но:

– излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил;

– не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;

– излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному освоению последующего материала.

12.2.2 Рекомендации по оцениванию этапов выполнения курсового проекта

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

Критерии оценки % выполнения курсового проекта

Этап работы	% выполнения	Форма отчетности
Расчет материального баланса	60	Рабочие материалы курсового проекта
Расчёт теплового баланса	80	Рабочие материалы курсового проекта
Выполнение графической части проекта	100	Графическая часть

Критерии оценки курсового проекта

Критерии оценки выполнения курсового проекта	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, стилистические ошибки; график выполнения задания нарушен на 10 – 20 %.	хорошо
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

12.2.3 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

12.2.4 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».

12.2.5 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».

12.2.6 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».

12.2.7 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».

12.2.8 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: курсовой проект; экзамен.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся включают: вопросы к защите курсового проекта; вопросы к экзамену.

13.2 Оценивание обучающегося на защите курсового проекта

Оценка	Требования к знаниям
отлично	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если выполнены все требования к выполнению и защите курсового проекта: 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 курсовом проекте; даны правильные ответы на вопросы, заданные в процессе защиты курсового проекта.
хорошо	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если основные требования к выполнению и защите курсового проекта 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 курсового проекта даны неполные ответы.
удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если имеются существенные отступления от требований к выполнению и защите курсового проекта. В частности: задача решена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании и оформлении; при ответе на дополнительные вопросы на защите курсового проекта 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 курсового проекта обучающийся обнаруживает

Оценка	Требования к знаниям
	существенное непонимание проблемы.

Если допущены существенные недостатки в оформлении курсового проекта, опущен или не написан какой-либо раздел, имеются отступления от задания на курсовой проект, то такая курсовой проект 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 Основы металлургического производства : учебник / В. А. Бигеев, К. Н. Вдовин, В. М. Колокольцев [и др.]. – 2-е изд., стер. – Санкт-

Петербург : Лань, 2020. – 616 с. – ISBN 978-5-8114-4960-6. – URL: https://e.lanbook.com/book/129223 (дата обращения: 16.04.2025);

2 Беляев, С. В. Основы металлургического и литейного производства : учебное пособие / С. В. Беляев, И. О. Леушин. – Москва : Феникс, 2016. – 206 с. – ISBN 978-5-222-24740-2. – URL: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785222247402.html (дата обращения: 16.04.2025);

3 Еланский, Г. Н. Строение и свойства металлических расплавов : учебное пособие для вузов / Г. Н. Еланский, Д. Г. Еланский. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : МГВМИ, 2006. – 227 с. : ил.;

4 Кудрин, В. А. Теория и технология производства стали : учебник для вузов / В. А. Кудрин. – Москва : Мир, 2003. – 527 с. : ил.;

5 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.

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), оснащенную 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), оснащенную компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.
- учебную аудиторию для проведения курсового проектирования;

- учебную аудиторию (помещения) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

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

Составитель(и):

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

Тестовые 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 Влияние водорода на качество стали:

а) снижение электрических и магнитных свойств, пластичности;

б) повышение вязкости;

в) повышение предела прочности.

4 Что является решающим при оценке влияния неметаллических включений на свойства стали?

а) содержание неметаллических включений (мас. %);

б) свойства включений (в том числе размер, форма, механические свойства);

в) расположение включений.

5 Основные мероприятия по снижению загрязненности металла неметаллическими включениями:

а) продувка металла нейтральным газом;

б) дополнительный нагрев металла;

в) ввод алюминиевой проволоки.

6 В чем заключается важная особенность реакции обезуглероживания по сравнению с другими окислительными процессами, протекающими в сталеплавильной ванне?

а) Тепловой эффект реакции окисления углерода наибольший

б) Требует обязательного использования охладителей

в) Невозможно восстановление углерода

г) Результатом реакции является газообразный продукт

7 Основное количество углерода окисляется в процессе плавки:

а) До двуокиси углерода (CO_2)

б) Доля углерода, окисляющегося до CO и CO_2 примерно одинаково

в) До монооксиси углерода (CO)

8 Обязательным условием непрерывности процесса обезуглероживания является:

а) Высокая температура

б) Высокая окисленность шлака

в) Превышение фактического содержания кислорода в металле над равновесием

9 С уменьшением содержания углерода в металле по ходу процесса разница между фактическим содержанием кислорода и равновесием по реакции с углеродом ($[O]_ф$ - $[O]_р$):

а) Уменьшается

б) Не изменяется

в) Увеличивается

10 Для ускорения диффузии кислорода из газовой фазы наиболее значимо:

а) Увеличение основности шлака

б) Перегрев металла над температурой плавления

в) Энергичное кипение ванны

11 Какая стадия определяет скорость окисления углерода:

а) Процесс химического взаимодействия

б) Образование, рост и всплывание пузырей окиси углерода

в) Процесс диффузии кислорода к месту реакции

12 Что произойдет с окисленностью шлака в конвертере при продувке ванны через днище нейтральными газами?

а) Увеличится

б) Не изменится

в) Уменьшится

13 Как изменится выход жидкого металла при донной продувке ванны аргоном?

а) Уменьшится

б) Не изменится

в) Увеличится

14 Окисление углерода по ходу плавки стали должно сопровождаться:

а) Увеличением степени перегрева металла над температурой плавления

б) Уменьшением количества подаваемых твердых окислителей и кислорода

в) Соответствующим синхронным повышением температуры металла

15 Какая главная задача любого сталеплавильного процесса?

а) Согласование скоростей удаления примесей металла и его нагрева

б) Достижение высоких технико-экономических показателей

в) Получение необходимой температуры металла

г) Получение металла необходимого состава

16 В каких марках стали содержится марганец?

а) Только в спокойной стали

б) В спокойной и полуспокойной стали

в) Практически во всех сталях

17 Где преимущественно идет процесс окисления - восстановления марганца в сталеплавильном агрегате?

а) Непосредственно в металле

б) На границе с газовой фазой

в) На границе раздела металл-шлак

18 Почему при сталеплавильных процессах перешли на переработку чугунов с пониженным содержанием марганца?

а) Улучшается шлаковый режим

б) Сокращается расход кислорода и уменьшается себестоимость металла

в) Чем ниже содержание марганца в металлошихте (чугуне и скрапе), тем меньше абсолютные потери дорогостоящего элемента

19 Как влияет увеличение температуры на константу равновесия реакции окисления - восстановления марганца?

а) Не значительно

б) Не влияет

в) Значительно

20 Какие условия способствуют восстановлению марганца?

а) низкая окисленность шлака, низкая температура, высокая основность шлака

б) высокая окисленность шлака, высокая температура, высокая основность шлака

в) низкая окисленность шлака, высокая температура, высокая основность шлака.

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

Тема 1. Введение. Возникновение и развитие кислородно-конвертерного процесса

1 Особенности бессемеровского конвертера:

Выберите один правильный ответ:

А. подача дутья осуществляется сверху

Б. В качестве дутья используется кислород

В. В качестве дутья используется воздух

2 Особенности томасовского процесса:

Выберите один правильный ответ:

А. Подача дутья осуществляется через донные фурмы

Б. Футеровка выполнена из основных огнеупоров

В. Возможно в качестве шихты использовать высокофосфористый чугун

Г. Верно все вышеперечисленное

3 Где впервые была осуществлена продувка жидкого чугуна технически чистым кислородом?

Выберите один правильный ответ:

А. В Австрии

Б. В США

В. В СССР

4 Как называется процесс производства стали в конвертерах в зарубежной практике?

Прочитайте и выберите два правильных ответа

А. LD- процесс

Б. ВОР- процесс

В. Кислородно-конвертерный процесс

Ответ:_____

5 Какова емкость промышленных кислородных конвертеров в России?

Выберите один правильный ответ:

А. 5-10 т

Б. 10-100 т

В. 160-400 т

Тема 2. Дутьевой режим процесса. Истечение кислорода

1 Чем охлаждается кислородная фурма?

А. Водой

Б. Азотом

В. Воздухом

2Наконечник кислородной фурмы изготовлен из:

Прочитайте и выберите один правильный ответ

А. Стали

Б. Чугуна

В. Меди

Ответ:_____

3 Для расчета сопла Лаваля необходимо знать:

Выберите один правильный ответ:

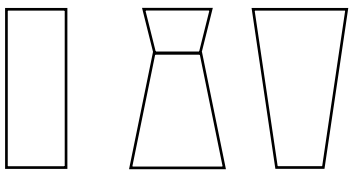
А. Давление кислорода перед соплом

Б. Температуру кислорода перед соплом в фурме

В. Давление подаваемой воды

4 Изображены контуры продувочных сопел. Выберите вариант сопла Лаваля

(*записать номер варианта*)



1 2 3

Ответ:_____

5 Величина скорости истечения кислорода из сопла:

Выберите один правильный ответ:

А. Сверхзвуковая

Б. Ниже скорости звука

В. Равна скорости звука

6 Применяемый в кислородно-конвертерном процессе технический кислород должен содержать кислорода:

Выберите один правильный ответ:

А. не менее 89,3 %

Б. не менее 85,8 %

В. Не менее 99,5 %

7 Запишите размерность удельной интенсивности продувки

Ответ:_____

8 Применение многосопловых фурм позволяет получить:

Выберите один правильный ответ:

А. Рассредоточенное «мягкое» дутье

Б. Увеличенную площадь реакционной зоны

В. Раннее шлакообразование

Г. Верно все вышеперечисленное

9 Каков должен быть перепад температур воды на входе и выходе из фурм?

А. Более 50 °С

Б. Менее 50 °С

10 Давление подаваемого кислорода перед фурмой составляет:

Выберите один правильный ответ:

А. 1 - 2 атм (0,1 - 0,2 МПа)

Б. 5 - 10атм (0,5 - 1,0 МПа)

В. 10 - 16 атм (1,0 - 1,6 МПа)

Тема 3. Шлакообразование

1 Какой должна быть основность шлака в конце продувки?

Выберите один правильный ответ:

А. 0,5-1,7

Б. 1,8-2,8

В. 3,0-3,5

Г. 5,0-6,5

2 Какая схема загрузки шихтовых материалов наиболее эффективна?

Выберите один правильный ответ:

А. Заливка чугуна, завалка лома, затем отдача извести, твердых окислителей, коксика и элекродного боя

Б. Завалка крупного лома, заливка чугуна, загрузка извести, агломерата, коксика, завалка мелкого легковесного лома

В. Завалка мелкого легковесного лома, отдача кокса и электродного боя, завалка крупного тяжеловесного лома, засыпка извести и агломерата, заливка чугуна

3 С какой целью применяют плавиковый шпат?

А. Для понижения основности шлака

Б. Для окисления примесей

В. Для разжижения шлака

Г. Для раскисления металла

4 Запишите формулу химической характеристики шлака «основность»

Ответ:_____

5 Какое количество CaO содержится в извести?

А. 20-50%

Б. 50-75%

В. 80-95%

6 Укажите порядок транспортировки сыпучих материалов в конвертер

Выберите один правильный ответ:

А. Расходные бункера - весы дозаторы - промежуточные бункера - конвертер

Б. Весы дозаторы - промежуточные бункера - расходные бункера - конвертер

В. Промежуточные бункера - расходные бункера - весы дозаторы – конвертер

7 Каким образом присаживают шлакообразующие?

Выберите один правильный ответ:

А. Сразу всю порцию во время загрузки металлолома

Б. После окончания продувки

В. Отдельными порциями в первой половине продувки

8 К физическим свойствам шлака относятся (*вставьте пропущенное слово в схеме):*

Физические свойства шлака				
А плотность	Б температура плавления	В поверхностное натяжение	Г теплопроводность	Д _____

Ответ:_____

9 Запишите символ химической характеристики шлака «окисленность»

Ответ:_____-

10 Расход извести на плавку увеличивается при:

Выберите один правильный ответ:

А. Высоком содержании кремния в чугуне

Б. Низком содержании кремния в чугуне

Тема 4. Процессы и основные реакции кислородно-конвертерного производства

1 При продувке ванны кислородом какая доля углерода окисляется до CO?

Выберите один правильный ответ:

А. 100%
Б. 90%
В. 50%
Г. 70%

2 Какой должна быть температура стали на выпуске?

Выберите один правильный ответ:

А. 1350-1450 °С
Б. 1460-1580 °С
В. 1590-1650 °С
Г. 1660-1750°С

3 Какое оптимальное содержание кремния должно быть в чугуне?

Выберите один правильный ответ:

А. 0,05-0,20%
Б. 0,30-0,80%
В. 2,00-3,50%

4 Вставьте пропущенное слово:

Процесс удаления фосфора в сталеплавильных процессах называется _____

Ответ: _____

5 *Прочитайте и соотнесите название процесса удаления вредных примесей сталеплавильных процессов с основными условиями снижения их содержания*:

Процесс	Условия снижения
1 десульфурация	А) высокая основность шлака
	Б) высокая окисленность шлака
	В) низкая окисленность шлака
2 дефосфорация	Г) высокая температура расплава
	Д) низкая температура расплава

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В	Г	Д

6 Вставьте пропущенное слово:

Процесс удаления серы в сталеплавильных процессах называется_____

Ответ:_____

7 Прочитайте текст и вставьте пропущенное слово:

Сплавы железа с углеродом и другими элементами, содержащие менее 2,14% С, называются _____

Ответ:_____

8 *Прочитайте и соотнесите название фазы в сталеплавильных агрегатах с их химическим составом:*

Фаза	Химический состав
1 металлическая	А) CaO, SiO_2, MnO, P_2O_5, FeO, Fe_2O_3, Cr_2O_3, MgO, CaF_2
2 шлаковая	Б) Cr_2O_3, MgO, CaO
3 газовая	В) Fe, C, Si, Mn, P, S,Cr, V
4 футеровка	Г) H_2O, CH_4, CO_2, CO, N_2, H_2, O_2

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В	Г

9. Оптимальная доля лома в металлозавалке конвертера?

Выберите один правильный ответ:

А. 60-70 %

Б. 20-25 %

В. 70-80 %

Г. 50-60 %

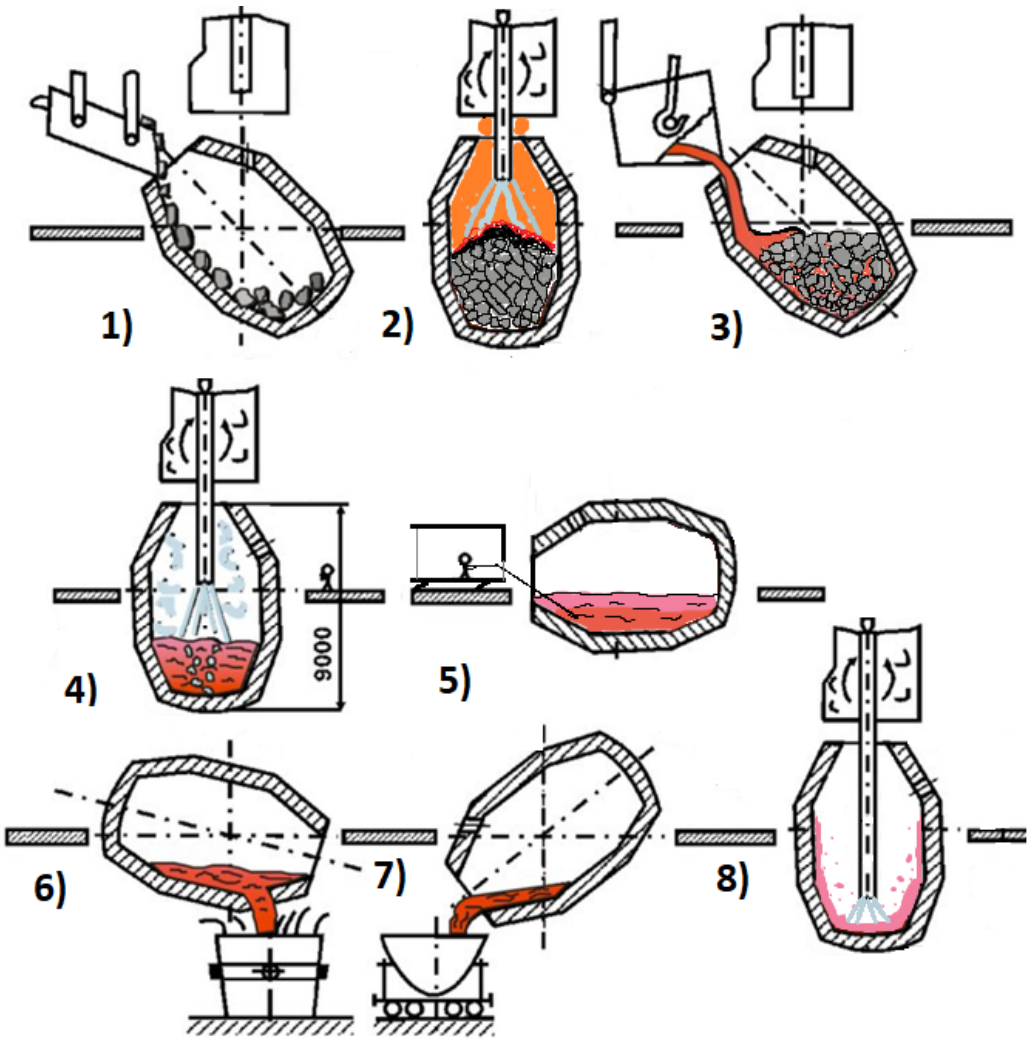
10 Для реакции [C] + [O] = {CO} написать выражение константы равновесия Кс

Ответ:_____

11 Запишите средний химический состав стали марки 12Х2Н4А

C	Cr	Ni	P	S

12 Соотнесите номер операции с перечисленными периодами цикла плавки



Запишите выбранные цифры под соответствующими названиями периодов:

Нанесение гарнисажного слоя	Заливка чугуна	Отбор проб металла и шлака, замер температуры	Продувка	Слив шлака	Завалка скрапа	Подогрев скрапа	Выпуск металла

13 Соотнесите недостатки конвертерных процессов с их вариантами

Процесс	Недостатки
1 ЛД	А) Нет
2 ОВМ	Б) Возможность переокисления металла, бурное течение реакций, недостаточное перемешивания металла

3 Комбинированная продувка	В) Замедленное шлакообразование, пониженный расход металлолома

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В

Тема 5. Конвертерные процессы с донной и комбинированной продувкой

1 Удельный объем конвертеров с донной продувкой по сравнению с конвертерами с верхней подачей дутья

А. Больше

Б. Меньше

2 Топливо, используемое в технология донной топливо-кислородной продувки:

А. Уголь

Б. Пылеугольное топливо

В. Углеводороды в виде газа или жидкости

3 К преимуществам топливо-кислородной продувки относятся:

А. Возможно повысить интенсивность подачи кислорода

Б. Уменьшается дымовыделение

В. Улучшается усвоение кислорода

Г. Правильно все вышеперечисленное

4 Верно ли утверждение, что при топливо-кислородной продувке содержание водорода в металле возрастает?

А. Да

Б. Нет

5 Преимущества комбинированной продувки по сравнению с верхней:

А. Более низкая окисленность металла

Б. Больший выход жидкого металла

В. Низкий расход лома на плавку

6 Правильно ли представлена реакция разложения углеводородов $C_xH_y = xC + y/2\ H_2 - Q$?

А. Да

Б. Нет

7 Через донные фурмы подают:

А. Кислород

Б. Инертный газ

В. Воду

8 Содержание марганца на повалке при донной продувке по сравнению с верхней подачей дутья:

А. Выше

Б. Ниже

9 Возможно ли увеличить долю лома в шихте при донной продувке по сравнению с верхней подачей дутья?

А. Да

Б. Нет

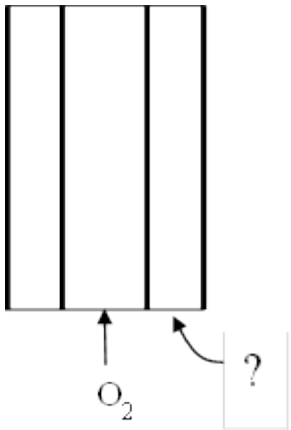
10 Как изменится высота агрегата с донной и комбинированной продувкой по сравнению с верхней подачей дутья?

А. Уменьшится

Б. Увеличится

В. Не изменится

11 На схеме изображена донная фурма топливо-кислородного процесса, состоящая из двух концентрично расположенных труб. По центральной трубе подается кислород, а что подается по периферии? *(имя существительное во множественном числе)*



Ответ:_____

12 Соотнесите преимущества конвертерных процессов с их разновидностью

Процесс	Преимущества
1 С верхней продувкой	А) Низкая окисленность металла и шлака, хорошее перемешивание ванны, спокойное течение реакций, хорошее шлакообразование , гибкость
2 С донной продувкой	Б) Гибкость, хорошее шлакообразование
3 С комбинированной продувкой	В) Низкая окисленность металла и шлака, хорошее перемешивание ванны, спокойное течение реакций

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В

Тема 6. Технологии передела чугунов специфического состава

1 В высокофосфористом чугуне максимальное содержание фосфора:

А. 0,010-0,020%

Б. 0,4-0,5%

В. 2,0-2,5%

2 Каким образом добиваются достаточной степени дефосфорации металла в сталеплавильном агрегате при высоком содержании фосфора в шихте?

А. Производят продувку ванны кислородом

Б. Производят обновление шлака путем его скачивания либо непрерывным спуском самотеком и наводят новый шлак

В. Снижают температуру и окисленность шлака

Г. Продувают инертным газом

3 Где находят применение шлаки с высоким содержанием P_2O_5?

А. В металлургии

Б. В медицине

В. В сельском хозяйстве

4 Требования к фосфат-шлакам по содержанию P_2O_5 :

А. 10-15%

Б. 15-20%

В. 20-25%

5 В процессе КалДо используется конвертер:

А. Обычной конструкции

Б. С двумя осями вращения

6 Для производства феррованадия используется ванадиевый шлак с содержанием V_2O_5:

А. 5-10%

Б. 10-15%

В. 20-25%

7 Основная задача первой стадии процесса переработки ванадиевых чугунов-это получение:

А. Феррованадия

Б. Ванадиевого шлака

В. Металла-полупродукта

8 Факторы, влияющие на максимальное извлечение ванадия при переделе ванадиевых чугунов:

А.Использование твердых охладителей

Б. Низкая температура процесса

В. Высокая температура процесса

9 Условиями более полного перехода марганца в шлак при переделе высокомарганцовистых чугунов являются:

А. Низкая температура процесса

Б. Высокая температура процесса

В. Высокая окисленность шлака (FeO)

Г. Низкая окисленность шлака (FeO)

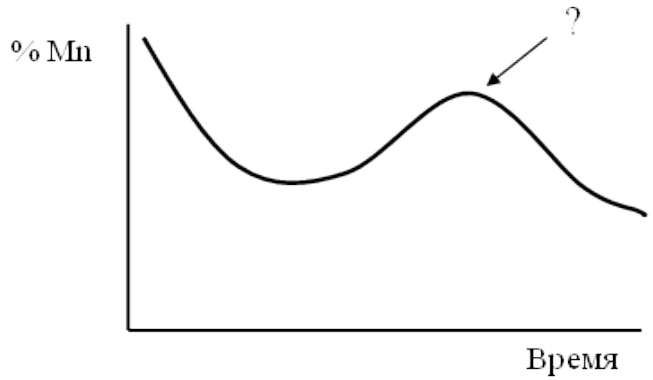
10 Выберите правильный вариант написания константы равновесия реакции окисления марганца [Mn] + (FeO) = (MnO) + [Fe]

А. $K_{Mn} = a_{(MnO)} / (a_{[Mn]} * a_{(FeO)})$

Б. $K_{Mn} = a_{[Mn]} / (a_{(FeO)} * a_{(MnO)})$

В. $K_{Mn} = a_{(FeO)} / (a_{(MnO)} * a_{[Mn]})$

11 Как называется участок, обозначенный «?», на кривой изменения содержания марганца в кислородно-конвертерном процессе



Ответ:_____

Задание 1 Определить средний состав шихты на основе химических составов чугуна, скрапа (%), приведенных в таблице. Количество в шихте, %: чугуна – 70; скрапа – 30.

Таблица – Химический состав исходных материалов, %

Вариант	Наименование материала	C	Si	Mn	P	S
1	Чугун	4,5	0,81	0,75	0,27	0,033
	Скрап	0,25	0,10	0,51	0,041	0,040
2	Чугун	4,3	0,52	0,52	0,15	0,029
	Скрап	0,30	0,55	0,55	0,030	0,039
3	Чугун	4,4	0,39	0,44	0,14	0,027
	Скрап	0,20	0,48	0,48	0,028	0,040

Задание 2 Определить количество удаляемых примесей за время продувки расплава (таблица 2) при условии выхода жидкого металла, равное 90%, и содержания в металле элементов на повалке (таблица 1).

Таблица 1 – Содержание в металле элементов на повалке, %

Вариант	C	Mn	Si	P	S
1	0,12	0,11	следы	0,020	0,025
2	0,14	0,20	следы	0,021	0,027

3	0,15	0,10	следы	0,025	0,026

Таблица 2 – Количество окислившихся примесей

Примеси	C	Mn	Si	P	S
Содержание примесей в шихте	3,869	0,477	0,382	0,086	0,029
Остается в металле					
Удаляется за время продувки					

Задание 3 По выражению $\lg K^{o}_{Mn} = \lg \frac{(\%MnO)}{[\%Mn][\%FeO]} = \frac{6234}{T} - 3{,}026,$

определить K^{o}_{Mn} при температурах расплава 1620, 1630,1640°С.

Задание 4 Рассчитать объемное количество газов.

Таблица – Количество отходящих газов

Составляющие газа		CO_2	CO	N_2	H_2O	O_2	Итого
Вариант 1	кг	2,854	7,221	0,039	0,039	0,410	
	$м^3$						
Вариант 2	кг	2,835	7,238	0,037	0,316	0,405	
	$м^3$						
Вариант 3	кг	2,850	7,245	0,038	0,200	1,404	
	$м^3$						

Задание 5 Для проведения раскисления и легирования стали марки 35Г2С определить необходимое количество ферромарганца при условии содержания перед раскислением [Mn]=0,12 %. Химический состав ферросплава приведен в таблице.

Ферросплав	Марка	Содержание элементов, %						
		C	Mn	Si	P	S	Fe	Cr
Ферромарганец	ФМн70	2,00	85,0	3,0	0,10	0,02	9,88	-

Задание 6 Для проведения раскисления и легирования стали марки 28С определить необходимое количество ферросилиция. Химический состав ферросплава приведен в таблице.

Ферросплав	Марка	Содержание элементов, %						
		C	Mn	Si	P	S	Fe	Cr
Ферросилиций	ФС65	0,09	0,2	66,6	0,03	-	33,08	-

Задание 7 Для проведения легирования стали марки 45ХН определить необходимое количество феррохрома. Принять угар хрома равным 10%. Химический состав ферросплава приведен в таблице.

Ферросплав	Марка	Содержание элементов, %						
		C	Mn	Si	P	S	Fe	Cr
Феррохром	ФХ010	0,1	-	1,5	0,03	0,03	28,34	70,0

3 Выполнение практических работ

Вопросы для собеседования при защите отчета о практической работе

Практическая работа 1 Технологические основы производства стали в конвертерах. Расчет шихтовки плавки

1 Составляющие металлошихты кислородно-конвертерного процесса

2 Какова температура заливаемого чугуна?

3 С какой целью применяются дополнительные теплоносители в процессе?

4 Как содержание кремния влияет на расход извести?

5 Как определяется основность шлака?

6 Каково оптимальное значение основности шлака ?

Практическая работа 2 Технологические основы производства стали в конвертерах. Изучение оборудования тренажера

1 Конструктивные особенности кислородного конвертера.

2 Какова скорость поворота конвертера?

3 Какие операции процесса требуют поворота конвертера?

4 Перечислите периоды цикла конвертерной плавки.

5 Как подаются сыпучие материалы в конвертер?

Практическая работа 3 Технологические основы производства стали в конвертерах. Основы производства стали

1 Назовите шихтовые материалы кислородно-конвертерной плавки.

2 Режим присадки извести по ходу плавки.

3 Назовите последовательность операций технологического цикла.

4 Как положение кислородной фурмы влияет на скорость окисления углерода?

5 Как положение кислородной фурмы влияет на скорость нагрева металла?

6 В каких случаях производится додувка расплава?

7 Что используется в плавке в качестве дополнительного охладителя?

8 Какова размерность удельной интенсивности продувки?

9 Как изменяется положение фурмы по ходу продувки?

10 Методика расчета расхода ферросплавов для заданной марки стали.

Практическая работа 4 Технологические основы производства стали в конвертерах. Проведение технологического процесса; анализ результатов работы

1 Опишите Ваши начальные действия в работе с тренажером «Выплавка стали в конвертере».

2 Порядок шихтовки плавки.

3 Как осуществляются на тренажере операции:

А) завалка металлолома

Б) подача сыпучих материалов

В) заливка чугуна

Г) продувка

4 Как выполняется замер параметров плавки?

5 Последовательность действий по расчету необходимого количества ферросплавов и отдачи их в ковш.

6 Какие параметры плавки анализируются перед выпуском расплава из агрегата?

7 Параметры, представляемые в «Паспорте выплавки стали».

8 Виды нарушения технологии процесса, приводящие к аварийной ситуации.

9 Перечислите, что относится к мелким нарушениям технологии выплавки стали.

10 Какие штрафы предусмотрены при нарушении технологического процесса?

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.

Задания для лабораторной работы № 1 Изучение влияния положения фурмы на параметры реакционной зоны:

Таблица – Положение фурмы над уровнем спокойной ванны

Конструкция наконечника	Вариант продувки	Положение сопла над уровнем ванны, число калибров (nк)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
одно-, четырех-, шести-сопловой	1	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
	2	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36
	3	0	6	12	18	24	30	36	42	48	54
	4	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27
	5	0	7	14	21	28	35	42	49	56	63
	6	0	8	16	24	32	40	48	56	64	72

Задания для лабораторной работы №2 Изучение влияния интенсивности продувки на параметры реакционной зоны:

Таблица – Исходные данные

№ варианта	Удельная интенсивность продувки в промышленном конвертере, $м^3/т \cdot мин$						
	Позиция режима продувки						
	1	2	3	4	5	6	7
1	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
2	3,0	3,4	3,8	4,2	4,6	5,0	5,4
3	2,9	3,3	3,7	4,1	4,5	4,9	5,3
4	2,4	3,0	3,6	4,2	4,8	5,4	6,0
5	2,9	3,4	3,9	4,4	4,9	5,4	5,9
6	3,2	3,7	4,2	4,7	5,2	5,7	6,2
7	3,1	3,6	4,1	4,6	5,1	5,6	6,1
8	3,2	3,8	4,4	5,0	5,6	6,2	–
9	2,8	3,2	3,6	4,0	4,4	4,8	5,2
10	2,9	3,5	4,1	4,7	5,3	5,9	6,5
11	2,7	3,2	3,7	4,2	4,7	5,3	5,8
12	3,3	3,7	4,1	4,5	4,9	5,3	5,7
13	3,1	3,7	4,3	4,9	5,5	6,1	–
14	3,5	3,9	4,3	4,7	5,1	5,5	5,9

Вопросы для собеседования при защите отчета о лабораторной работе

Лабораторная работа 1. Исследование особенностей гидродинамики конвертерной ванны. Моделирование продувки металла кислородом сверху. Изучение влияния положения фурмы на параметры реакционной зоны.

1 Виды моделирования технологических процессов.

2 Особенности физического моделирования.

3 Почему в качестве моделирующей жидкости используется вода?

4 Влияние высоты расположения фурмы на параметры реакционной зоны.

5 Как количество сопел фурмы влияет на параметры реакционной зоны?

6 Оцените брызгоунос при использовании одно- и многосопловых фурм

Лабораторная работа 2. Исследование особенностей гидродинамики конвертерной ванны. Моделирование продувки металла кислородом сверху. Изучение влияния интенсивности продувки на параметры реакционной зоны

1 Влияние расхода дутья на глубину и диаметр реакционной зоны.

2 Конструктивные особенности кислородных фурм.

3 Конструкция сопла Лаваля.

4 Какова скорость истечения кислорода из сопла?

5 Каким критерием описывается взаимодействие инерционных и гидростатических сил кислородно-конвертерного процесса?

6 Преимущества комбинированного кислородно-конвертерного процесса.

5 Выполнение курсового проекта

В рамках учебной дисциплины предусмотрена самостоятельная работа обучающихся, результатом выполнения которой является оформленная в соответствии с требованиями расчетно-пояснительная записка курсового проекта по заданной теме и графическая часть.

Примерный перечень тем курсовых проектов представлен в рабочей программе дисциплины. Задание и методические указания к выполнению курсового проекта размещены в СУО «Moodle».

Перед выдачей темы курсового проекта обучающийся знакомится с графиком его выполнения и критериями оценки. Выполненная пояснительная записка курсового проекта загружается обучающимся в СУО «Moodle».

Вопросы к защите курсового проекта

1 Перечислите требования к выплавляемой марке стали?

2 Какое сырье и материалы предполагается использовать при выплавке стали?

3 Каковы основные характеристики жидкого чугуна?

4 Перечислите требования, предъявляемые к извести.

5 С какой целью используются высокомагнезиальные флюсы для выплавки стали?

6 Количество и состав шлака перед выпуском металла из агрегата.

7 Условия удаления вредных примесей.

8 Состав металла перед раскислением.

9 Перечислите требования, предъявляемые к раскислителям?

10 Выбор ферросплавов для раскисления и легирования стали.

11 С какой целью производится предварительный подогрев лома?

12 Основные источники тепла при выплавке стали.

13 Как определяются потери тепла агрегатом?

6 Вопросы к экзамену для промежуточной аттестации

1. Строение реакционной зоны, основные характеристики.
2. Технико-экономические показатели и перспективы развития кислородно-конвертерного процесса.
3. Характеристики газовых струй. Сопло Лаваля.
4. Комбинированная продувка конвертерной ванны. Дутьевые устройства.
5. Характеристики сверхзвуковых газовых струй. Режим истечения.
6. Газы в конвертерной стали. Свойства и применение конвертерной стали.
7. Дутьевой режим плавки.
8. Роторный процесс.
9. Продувка высокофосфористых чугунов. Варианты и особенности технологии.
10. Стальной лом. Твердые сыпучие охладители операции. Особенности технологии при различных вариантах охлаждения плавки.
11. Массоперенос в конвертерной ванне.
12. Конструкции кислородных фурм. Система охлаждения и компенсации фурм.
13. Температурный режим реакционной зоны.
14. Особенности донной кислородно-топливный продувки. Преимущества и недостатки.
15. Шихтовые материалы конвертерных процессов.
16. Особенности конструкции газоотводящего тракта. Режимы работы тракта.
17. Охлаждение конвертерной операции. Организация исправления плавки.
18. Перемешивание конвертерной ванны.
19. Способы увеличения доли перерабатываемого лома в конвертерной плавке.
20. Предельный чугун. Влияние содержания примесей чугуна на технологические показатели.
21. Донная кислородно-топливная продувка. Особенности технологии технико-экономические показатели.
22. Способы снижения интенсивности дымообразования.
23. Механизм взаимодействия дутья с ванной.
24. Дополнительное топливо для конвертерной плавки. Требование к нему.
25. Тепловой и температурный режим конвертерной плавки.

26. Качество конвертерной стали.
27. Механизм растворения футеровки кислородных конвертеров.
28. Процесс КалДо.
29. Особенности технологии передела высокомарганцовистых чугунов.