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

Теоретические основы производства стали

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

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная форма

Срок обучения: 4 года

Год начала подготовки 2025

Новокузнецк
2025

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: fc9174b54ee9e52ecccebc4447325f87f55889f2
Владелец: Директор ИПИТ Кольчурина Ирина Юрьевна
Действителен: с 17 апреля 2024 г. по 11 июля 2025 г.
Дата и время: 14-05-2025 16:47:27 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:
– формирование у обучающихся знаний теоретических основ производства стали.

Задачами учебной дисциплины являются:
– получение обучающимися теоретической подготовки в области физико-химических основ процессов производства стали,;
– ознакомление обучающихся с перспективными направлениями повышения качества 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:
– Термодинамика и кинетика металлургических процессов;
– Химия.

Учебная дисциплина дополняет знания и умения, получаемые по одновременно изучаемым и последующим учебным дисциплинам:
– Технология производства стали в конвертерах;
– Электрометаллургия стали;
– Внепечная обработка стали.

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 производства стали .

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*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***144***	*144*
	зачетных единиц	***4***	*4*
Лекции, *академ. час.*		***32***	*32*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*		***16***	*16*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Практические занятия, *академ. час.*		***16***	*16*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Курсовая работа / проект, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Консультации, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*		***35***	*35*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Контроль, *академ. час.*		***45***	*45*
в форме практической подготовки		***0***	*0*

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Общая схема процессов производства стали;

Тема 1.1 Характеристика металлической, шлаковой и газовой фаз, их взаимодействие и изменение;

Раздел 2 Строение и свойства жидких металлов и шлаков;

Тема 2.1 Строение и свойства жидкого железа и стали;

Тема 2.2 Строение и свойства жидких шлаков;

Тема 2.3 Оксиды железа в жидких шлаках;

Раздел 3 Термодинамика и кинетика окислительного рафинирования металла;

Тема 3.1 Окисление углерода;

Тема 3.2 Окисление кремния;

Тема 3.3 Окисление марганца;

Тема 3.4 Окисление-восстановление фосфора;

Тема 3.5 Удаление серы;

Тема 3.6 Особенности поведения примесей цветных металлов;

Раздел 4 Газы и неметаллические включения в стали;

Тема 4.1 Газы в стали. Растворимость водорода и азота в чистом железе;

Тема 4.2 Загрязненность металла неметаллическими включениями;

Тема 4.3 Влияние газов и неметаллических включений на качество и свойства металла;

Раздел 5 Раскисление и легирование стали;

Тема 5.1 Осаждающее и диффузионное раскисление;

Тема 5.2 Особенности легирования стали.

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	Темы лекций	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Физико-химическая сущность сталеплавильных процессов. Металлическая, шлаковая и газовая фазы. Общее представление об их взаимодействии и изменении	4	
Раздел 2.	Молекулярная и ионная теории строения жидких шлаков. Физические (плотность, температура плавления, вязкость, теплопроводность, поверхностное натяжение) и химические (основность, окисленность) свойства шлака	4	
Раздел 3.	Термодинамика и кинетика окислительного рафинирования металла.Термодинамика реакций окисления углерода.Термодинамика окисления и восстановления марганца. Термодинамика окисления кремния.Термодинамика процесса окисления-восстановления	16	

	фосфора.Удаление серы из металла		
Раздел 4.	Газы и неметаллические включения в стали. Влияние газов на качество стали.Растворимость водорода и азота в металле. Источники водорода и азота в стали. Удаление газов из металла в процессе плавки. Классификация включений. Влияние неметаллических включений на качество и свойства стали	4	
Раздел 5.	Раскисление и легирование стали. Сущность раскисления стали. Раскислительная способность элементов-раскислителей. Требования к раскислителям.Основные способы раскисления. Их достоинства и недостатки.	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.	Расчет активности оксидов в сталеплавильных шлаках.	4	
Раздел 3.	Расчет материального и теплового балансов конвертерной плавки	8	
Раздел 4.	Расчет растворимости газов в жидком железе	2	
Раздел 5.	Расчет раскисления и легирования стали	2	
Итого:		**16**	**0**

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	**Темы лабораторных работ**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 2; Тема 2.2.	Определение температуры плавления сталеплавильных шлаков	8	
Раздел 2;	Исследование скорости	8	

Тема 2.1.	растворения металла в жидком расплаве		
Итого:		**16**	**0**

8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

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

9 Виды самостоятельной работы

№ раздела / темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	1. Изучение лекционного материала; 2. Изучение теоретического материала; 3. Подготовка презентации; 4. 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. Выполнение резюмирующего перевода текста; 2. Изучение лекционного материала; 3. Изучение теоретического материала; 4. Подготовка к практическому занятию; 5. Прохождение тестирования.	8	
Раздел 4.	1. Изучение лекционного	7	

	материала; 2. Изучение теоретического материала; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение тестирования.		
Раздел 5.	1. Изучение лекционного материала; 2. Изучение теоретического материала; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение тестирования.	6	
Контроль	*Подготовка к экзамену*	45	
Итого:		**80**	**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. Оценка участия в работе на лекционном занятии; 3. Презентация; 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. Оценка участия в работе на лекционном занятии; 7. 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. Оценка участия в работе на лекционном занятии; 5. 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. Оценка участия в работе на лекционном занятии; 5. Тестовые задания
Раздел 5.	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. Оценка участия в работе на лекционном занятии; 5. Тестовые задания
Экзамен.	ПК-1	1. Вопросы к экзамену

11 Входной контроль

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

11.2 Описание оценочных средств

Форма проведения входного контроля – тестирование.

Длительность тестирования – 30 минут.

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

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

Шкала оценивания результатов тестирования

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

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

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

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

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

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

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

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся приведены в приложении.

12 Текущий контроль

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

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

Формы проведения текущего контроля – вопросы для собеседования при защите отчета о лабораторной работе; вопросы для собеседования при защите отчета о практической работе; вопросы для устного обсуждения (опроса); наблюдение за работой на лабораторной работе; наблюдение за работой на практическом занятии; оценка участия в работе на лекционном занятии; презентация; 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 результатов тестирования обучающихся

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

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

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

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

12.2.3 Рекомендации по оцениванию участия обучающихся в работе на лекционных занятиях

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

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

преподаватель осуществляет проверку тетрадей обучающихся и оценивает их.

Критерии оценки участия обучающихся в работе на лекционных занятиях

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

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

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

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

Критерии оценки в процессе наблюдения за работой на практическом занятии:

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

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

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

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

Критерии оценки по результатам наблюдения за работой на практическом занятии

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

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

12.2.5 Рекомендации по оцениванию выполнения презентации

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: экзамен.

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

13.2 Оценивание обучающегося на экзамене

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

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

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.

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);
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (лабораторных работ);
- учебную аудиторию для выполнения курсовых работ;
- 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 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

1 Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся

Выберите один правильный ответ.

1) В каких марках стали содержится марганец?:

а) Только в спокойной стали;
б) В спокойной и полуспокойной стали;
в) Практически во всех сталях.

2) В каких сталях кремний практически отсутствует? :

а) Кипящих;
б) Полуспокойных;
в) Спокойных.

3) В каком порядке увеличивается сродство элементов к кислороду при их одинаковом содержании в металле?:

а) Al, Si, Mn;
б) Si, Mn, Fe;
в) Mn, Si, Al.

4) Газовая фаза сталеплавильного процесса:

а) Al, Si, Mn;
б) SiO_2, MnO, FeO;
в) O_2, CO, CO_2.

5) Фосфор придает металлу (стали):

а) Большую электропроводность;
б) Мелкозернистую структуру;
в) Хладноломкость.

6) *Основные условия удаления фосфора из металла:*

а) Максимум активной закиси железа, минимум основности шлака, пониженная температура;
б) Максимум активной закиси железа, пониженная температура, повышенная основности шлака;
в) Минимум активной закиси железа, высокая температура, высокая основность шлака.

7) *Сера вызывает явления:*

а) Хладноломкость;
б) Повышенной твердости;
в) Красноломкость.

8) Основные условия, благоприятствующие удалению серы:

а) Максимально активной (CaO),
Пониженное содержание (FeO),
Повышенная температура;
б) Максимально активной (CaO),
Максимально активной (FeO),
Повышенная температура;
в) Максимально активной (CaO),
Минимально активной (FeO),
Низкая температура.

9) Основные способы производства стали в мире?
а) Конвертерные и мартеновские процессы;
б) Электросталеплавильные и конвертерные процессы;
в) Электросталеплавильные и мартеновские процессы;
г) Процессы прямого восстановления.

10) Сколько кремнезема образуется при окислении 1кг. кремния?
а) 4,14 кг;
б) 2,14 кг;
в) 0,14 кг.

11) Укажите правильные пределы температур существования железа:
а) α-до 910°C, γ-910-1401°C, δ-1401-1539°C;
б) α-до 870°C, γ-870-1300°C, δ-1300-1539°C;
в) α-до 910°C, δ-910-1401°C, γ-1401-1539°C.

12) Металлическая фаза сталеплавильного процесса:
а) Fe, Si, Mn;
б) SiO_2, MnO, FeO;
в) O_2, CO, CO_2.

13) Шлаковая фаза сталеплавильного процесса:
а) Fe, Si, Mn;
б) SiO_2, CaO, FeO;
в) O_2, CO, CO_2.

14) При каком значении свободной энергии Гиббса химическая реакция протекает в прямом направлении:
а) Положительном;
б) Отрицательном;
в) Равном нулю.

15) Что характеризует «активность вещества»?:
а) Способность реагировать с другими веществами;

б) Скорость диффузии вещества;
в) Количество тепла, выделяющегося при его взаимодействии с другими веществами.

16) Какие системы называются гетерогенными?:
а) В состав которых входит более одной фазы;
б) В состав которых входят только жидкие фазы;
в) В состав которых входит только одна фаза.

17)Изотермический процесс характеризуется:
а) Постоянной температурой;
б) Увеличением температуры;
в) Снижением температуры.

18) Энтропия в изолированных системах:
а) Только увеличивается;
б) Увеличивается и уменьшается;
в) Только уменьшается.

19) Исходный материал для производства стали:
а) Боксит;
б) Чугун;
в) Известняк.

20) Сталь представляет собой сплав железа с:
а) Алюминием;
б) Медью;
в) Углеродом.

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

Раздел 1. Общая схема процессов производства стали

1. Чугунами называют сплавы с содержанием углерода более:

Выберите один правильный ответ:

А) 1,23 %;
Б) 1,51 %
В) 2,01 %
Г) 2,14 %

2.Содержание углерода в передельном чугуне составляет, %:

Выберите один правильный ответ:

А) 1,0 – 1,5
Б) 2,0 – 2,5
В) 3,0 – 3,5
Г) 4,2 – 4,6

3. Назовите основные способы производства стали в мире
Выберите один правильный ответ:

А) Конвертерный и мартеновский процессы
Б) Электросталеплавильные и конвертерные процессы
В) Электросталеплавильные и мартеновские процессы
Г) Процессы прямого восстановления

4. Прочитайте текст и выберите пять основных элементов химического состава чугуна: C, Si, Mn, P, S, Mo, Cu, Cr, Ni, V
Ответ:_____

5. Основными агрегатами для выплавки стали являются:
А) доменная печь
Б) мартеновская печь
В) кислородный конвертер
Г) электродуговая печь

6. Основными задачами сталеплавильного процесса являются:
А) получение стали заданного химического состава
Б) нагрев металла до заданной температуры
В) использование максимального количества добавочных материалов

Раздел 2 Строение и свойства жидких металлов и шлаков

1. *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

2 Запишите символ химической характеристики шлака «окисленность»
Ответ:_____
_

3. Сталь представляет собой сплав железа с:

Выберите один правильный ответ:

А) алюминием;

Б) медью;

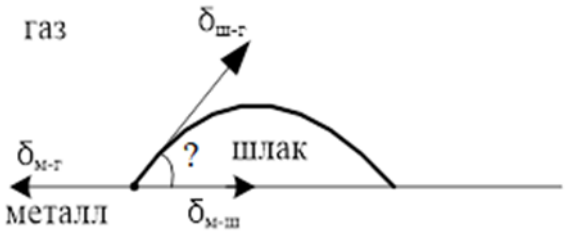
В) углеродом.

4. Вставьте пропущенное слово в схеме

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

Ответ:_____

5. О*пределите название угла, обозначенного на рисунке знаком «?»*



Ответ:_____

6. *Прочитайте текст и вставьте пропущенное слово:*

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

Ответ:_____

7.Отличительные признаки основных и кислых шлаков:

Выберите один правильный ответ:

А) химический состав

Б) физические свойства

В) химический состав и физические свойства

8. Какой должна быть температура металла в сталеплавильных процессах:

Выберите один правильный ответ:

А) выше температуры плавления металла;

Б) равна температуре плавления металла;

В) ниже температуры плавления металла.

9. Запишите формулу химической характеристики шлака «основность»

Ответ:_____

10. .Вязкость основного гомогенного шлака с ростом его окисленности:
Выберите один правильный ответв:

А) повышается;
Б) понижается:
В) не изменяется.

Раздел 3 Термодинамика и кинетика окислительного рафинирования металла

1. Изменение энергии Гиббса при взаимодействии элементов с кислородом увеличивается в следующем порядке:
Выберите один правильный ответ:

А) Ca, Mn, Si, Cu, Fe, Mo
Б) Ca, Si, Mn, Fe, Mo, Cu
В) Mn, Si, Ca, Cu, Fe, Mo

2. Повышенное содержание серы в стали вызывает:
Выберите один правильный ответ:

А) красноломкость
Б) хладноломкость
В) образование флокенов
Г) хрупкость стали

3.Вставьте пропущенное слово:
Процесс удаления фосфора в сталеплавильных процессах называется
(одно слово, имя существительное в единственном числе)

_____
Ответ:_____

4. Какая стадия определяет скорость окисления углерода:
Выберите один правильный ответ:

А) всплывание пузырей CO
Б) процесс диффузии кислорода к месту реакции
В) химическая реакция окисления углерода

5. В каких пределах должно быть оптимальное содержание кремния в предельных чугунах?
Выберите один правильный ответ:

А) 0,40….0,80
Б) 0,45….0,90

В) 0,80....1,20
Г) 0,10....0,40

6. *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

7.Вставьте пропущенное слово:

Процесс удаления серы в сталеплавильных процессах называется _____

Ответ:_____

8.О чём свидетельствует «Марганцевый горб» на графике изменения содержания марганца в конвертерном процессе?

Выберите один правильный ответ:

А) о нарушении шлакового и температурного режимов плавки
Б) о необходимости окончания продувки и повалки конвертера
В) о нормально горячем ходе плавки и создании условий восстановления марганца

9. В каком порядке увеличивается сродство элементов к кислороду при их одинаковом содержании в металле?

Выберите один правильный ответ:

А) Si, Mn, Fe
Б) Al, Si, Mn
В) Mn, Si, Al

10.Уравнение константы равновесия для реакции [C]+[O]={CO} имеет следующий вид

Выберите один правильный ответ:

А) Кс=Р/(С+О)
Б) Кс=Р/(С*О)
В) Кс=(С*О)/Р

Задание 1 Определить средний состав шихты на основе химических составов чугуна, скрапа (%), приведенных в таблице. Количество в шихте, %: чугуна – 78; скрапа – 22.

Таблица – Химический состав исходных материалов, %

Вариант	Наименование материала	C	Si	Mn	P	S
1	Чугун	4,0	0,81	0,74	0,28	0,033
	Скрап	0,25	0,10	0,50	0,04	0,04
2	Чугун	4,5	0,50	0,52	0,11	0,029
	Скрап	0,30	0,55	0,55	0,030	0,039
3	Чугун	4,2	0,35	0,45	0,15	0,027
	Скрап	0,20	0,48	0,49	0,028	0,040

Задание 2 Определить количество удаляемых примесей за время продувки расплава (таблица 2) при условии выхода жидкого металла, равное 92%, и содержания в металле элементов на повалке (таблица 1).

Таблица 1 – Содержание в металле элементов на повалке, %

Вариант	C	Mn	Si	P	S
1	0,1	0,12	следы	0,020	0,025
2	0,15	0,20	следы	0,022	0,027
3	0,17	0,10	следы	0,024	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 $\lg K^{o}_{Mn} = \lg \frac{(\%MnO)}{[\%MnO](\%FeO)} = \frac{6234}{T} - 3{,}026,$

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

Задание 4 Рассчитать объемное количество газов. Состав газов приведен в таблице.

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 За время продувки окислилось определенное количество углерода(кг). Определить сколько углерода окислилось до CO и CO_2.

Вариант	Окислилось углерода, кг	Образовалось, кг	
		CO	CO_2
1	3,8		
2	3,3		
3	3,2		

Раздел 4 Газы и неметаллические включения в стали

1.Основными мероприятиями по снижению загрязненности металла неметаллическими включениями являются
Выберите один правильный ответ

А) продувка металла нейтральным газом
Б) дополнительный нагрев металла
В) ввод алюминиевой проволоки

Ответ:_____

2. Прочитайте и выберите один правильный ответ, аргументируйте свой выбор.
Источником какого газа в стали является известь длительного хранения?

А) водорода
Б) углекислого газа
В) азота

Ответ:_____

3. *В формуле растворимости газов* $[\%H] = K_H \sqrt{p_{\{H_2\}}}$ *определите, что обозначает символ* $p_{\{H_2\}}$, *если* [%H]– содержание водорода в металле, %; K_H–константа равновесия

Ответ:_____

4. Выразить концентрацию газа, равную 2* 10^{-4} % , в ppm

Ответ: _____

5.*Что является решающим при оценке влияния неметаллических включений на свойства стали?*

Выберите один правильный ответ:

А) содержание неметаллических включений (мас. %)

Б) свойства включений (в том числе размер, форма, механические свойства)

В) расположение включений

6. *Прочитайте и выберите один правильный ответ, аргументируйте свой выбор.*

Скорость всплывания неметаллических включений в наибольшей степени определяется:

А) размером включений

Б) вязкостью металла

В) плотностью включений

Ответ:_____

7. Наиболее распространенные неметаллические включения в стали?

Выберите один правильный ответ:

А) сульфиды, нитриды

Б) оксиды, фосфиды

В) оксиды, сульфиды

8. Влияние азота на качество стали:

Выберите один правильный ответ:

А) красноломкость, трещины

Б) снижение механических свойств

В) снижение пластических свойств, повышение склонности к старению, хладноломкость

9. Какой газ поглощается лишь открытой поверхностью металла, а шлак является существенным барьером в этом процессе?

Выберите один правильный ответ:

А) азот
Б) водород
В) сероводород

Задание 1 Рассчитать коэффициент распределения кислорода L_0 при температуре 1600 °С по выражению

$$lg\, L_0 = -\frac{G_T^{\square}}{2{,}3003RT} = lg\frac{[\%O]}{a_{(FeO),м.д.}} = -\frac{6320}{T} + 2{,}734\,.$$

Задание 2 Рассчитать величину K_H для $\alpha - Fe$ при температуре 910 °С по выражению

$$lg\, K_H = -\frac{1350}{T} - 2{,}51\,.$$

Задание 3 Рассчитать величину K_H для $\gamma - Fe$ при температуре 1401 °С по выражению

$$lg\, K_H = -\frac{1220}{T} - 2{,}335\,.$$

Задание 4 Рассчитать величину K_H для $\delta - Fe$ при температуре 1539 °С по выражению

$$lg\, K_H = -\frac{1340}{T} - 2{,}46\,.$$

Задание 5 Рассчитать величину K_H для жидкого Fe при температуре 1700 °С по выражению

$$\lg K_H = -\frac{1590}{T} - 1{,}71\,.$$

Раздел 5 Раскисление и легирование стали

1.Почему высокоуглеродистые стали не кипят в изложнице?

Выберите один правильный ответ:

А) слишком низкое содержание кислорода
Б) недостаточная температура металла
В) высокая вязкость металла

2. Раскисление металла углеродом самого металла при вакуумировании – это вариант:

Выберите один правильный ответ:

А) диффузионного раскисления
Б) осаждающего раскисления
В) это в принципе невозможно

3. *Прочитайте и соотнесите название процесса раскисления стали с его преимуществами*:

Способ раскисления	Преимущества процесса
1 диффузионное	А) незначительное загрязнение металла продуктами раскисления
	Б) значительное загрязнение металла продуктами раскисления
2 осаждающее	В) низкая скорость процесса раскисления
	Г) высокая скорость процесса раскисления

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В	Г

4. *Прочитайте и выберите один правильный ответ, аргументируйте свой выбор.*

Принят следующий порядок присадки раскислителей:

А) FeMn, FeSi, Al
Б) FeSi, FeMn, Al
В) Al, FeSi, FeMn

Ответ:_____

5. *Наиболее распространенный метод раскисления? Выберите один правильный ответ:*

А) осаждающее раскисление
Б) раскисление вакуумом
В) диффузионное раскисление

Задание 1 Для проведения раскисления и легирования стали марки 35ГС определить необходимое количество ферромарганца при условии содержания перед раскислением [Mn]=0,1 %. 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 2 Для проведения раскисления и легирования стали марки 35ГС 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 3 Для проведения легирования стали марки 45ХН определить необходимое количество феррохрома. Принять угар хрома равным 5%. 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

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

4 Выполнение лабораторных работ

Задания и требования к выполнению лабораторных работ приведены в методических указаниях

5 Вопросы к экзамену для промежуточной аттестации

1 Взаимодействующие фазы в сталеплавильных агрегатах и их состав.

2 Особенности строения и свойства жидкого металла

3 Роль шлака в сталеплавильных процессах, его источники и основные составляющие.

4 Молекулярная теория строения шлака.

5 Ионная теория строения сталеплавильных шлаков. Катионы и анионы в сталеплавильных шлаках.

6 Передача кислорода из шлака в металл по молекулярной и ионной теориям строения шлака.

7 Температура плавления шлака. Теплопроводность шлака и ее роль в процессе плавки.

8 Количество и состав отходящих газов при продувке металла кислородом в конвертере.

9 Изменение содержания марганца в металле в процессе окислительного рафинирования. Роль марганца в сталеплавильном процессе и условия его экономии.
10 Изменение содержания серы в металле в процессе окислительного рафинирования. Величина (S%)/[S%].
11 Взаимосвязь температурного режима плавки и обезуглероживания.
12 Межфазное натяжение. Явление смачивания. Зависимость $\sigma_{мш}$ от величины краевого угла смачивания.
13 Растворимость оксидов в жидком шлаке при температуре сталеплавильных процессов.
14 Факторы определяющие содержание оксидов железа в шлаке.
15 Характеристики основности шлака. Роль основности шлака при сталеплавильных процессах.
16 Диффузионный механизм передачи кислорода из газовой фазы в металл.
17 Поведение легирующих элементов (Ni, Cr, Ti, V, W, Mo, Cu, As и др.) при сталеплавильных процессах.
18 Сущность прямого и непрямого окисления примесей металла при продувке ванны.
19 Стадия I горения углерода. Условия, необходимые для ускорения этой стадии процесса обезуглероживания.
20 «Критическая» концентрация углерода в металле. Изменение скорости окисления углерода по ходу конвертерной плавки.
21 Условия удаления серы из металла.
22 Термодинамика окисления марганца в сталеплавильных процессах.
23 Поведение легирующих элементов.
24 Вторичные реакции в ковше. Мероприятия по уменьшению их развития.
25 Роль поверхностных явлений при сталеплавильных процессах.
26 Источники неметаллических включений в стали и их влияние на качество стали.
27 Общая схема процесса горения углерода в системе металл-шлак. Стадии процесса. Термодинамика реакции.
28 Растворимость водорода и азота в железе.
29 Окисление углерода. Перемещение фронта реакции горения углерода по ходу процесса окислительного рафинирования.
30 Общая схема удаления серы из металла в системе металл-шлак – газ.
31 Термодинамика окисления фосфора. Фронт его горения. Общая схема горения фосфора в системе металл-шлак.
32 Роль трех стадий процесса обезуглероживания металла. Их взаимосвязь, факторы благоприятствующие их протеканию.
33 Фактическое содержание кислорода в металле и степень его превышения над равновесным. Условия зарождения и роста пузыря CO.

34 Корольковый метод передачи кислорода в сталеплавильных процессах.
35 Плотность шлака. Кажущаяся и истинная плотности.
36 Содержание водорода и азота в жидкой стали и их влияние на качество.
37 Изменение содержания фосфора в процессе окислительного рафинирования. Влияние фосфора на свойства стали.
38 Условия и место образования пузыря оксида углерода в жидкой ванне.
39 Лимитирующее звено реакции горения углерода.
40 Химическое сродство элементов к кислороду (ΔG). Энергия активации.
41 Условия восстановления марганца.
42 Общая схема удаления серы из металла (по молекулярной и ионной теориям строения шлака). Источники серы и ее влияние на качество стали.
43 Факторы, влияющие на содержание кислорода в металле.
44 Мощность перемешивания ванны за счет различных факторов.
45 Условия удаления фосфора из металла.
46 Вязкость сталеплавильных шлаков.
47 Теплопроводность металла и шлака.
48 Оксиды железа в сталеплавильных шлаках. Их формы существования.
49 Взаимосвязь скорости обезуглероживания и качества стали.
50 Условия восстановления марганца при окислительном рафинировании металла.