

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Вишневский Дмитрий Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 30.04.2025 11:55:50
Уникальный программный ключ:
03474917c4d012283e5ad996a48a5e70bf8da057

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ДонГТУ»)

Факультет
Кафедра

горно-металлургической промышленности и строительства
металлургических технологий

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора по
учебной работе

Д.В. Мулов



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Технологические особенности выплавки стали
(наименование дисциплины)

22.04.02 Metallurgy
(код, наименование направления подготовки)

Metallurgy of black metals
(магистерская программа)

Квалификация

магистр

(бакалавр/специалист/магистр)

Форма обучения

очная, заочная

(очная, заочная)

Алчевск, 2024

1 Цели и задачи дисциплины

Цели дисциплины. Изучить технологические особенности кислородно-конвертерной плавки, режима продувки металлической ванны кислородом, анализ технико-экономических показателей процесса.

Задачи изучения дисциплины:

- получение навыков и профессионального подхода к решению технологических задач и владения основ производства высококачественной стали, являющейся основой конструкционных материалов;
- свободно владеть элементами разработки и осуществления технологических процессов получения готовой продукции (стали) при конвертерном переделе.

Дисциплина нацелена на формирование универсальной (УК-1), общепрофессиональной (ОПК-4) и профессиональных (ПК-1, ПК-3) компетенций выпускника.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Логико-структурный анализ дисциплины – курс входит в формируемую участниками образовательных отношений часть БЛОК 1 «Дисциплины (модули)», подготовки магистров по направлению подготовки 22.04.02 Metallургия, магистерская программа «Metallургия черных металлов».

Дисциплина реализуется кафедрой металлургических технологий.

Входные знания студента базируются на изученных дисциплинах: «Современные проблемы металлургии и материаловедения», «Энерго и ресурсосбережение в металлургии», «Безотходные технологии в металлургии».

Дисциплина является основой для изучения следующих дисциплин «Оптимизация технологии выплавки стали», «Технологические особенности разливки стали», НИР.

Общая трудоемкость освоения дисциплины для очной формы обучения составляет 5 зачетных единиц, 180 ак.ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (36 ак.ч.), практические (36 ак.ч.) занятия и самостоятельная работа студента (108 ак.ч.). По дисциплине предусмотрена курсовая работа. Трудоемкость составляет 1 зачетную единицу, 36 часов. Предусмотрены практические занятия (9 ак.ч) и самостоятельная работа студента (27 ак.ч).

Общая трудоемкость освоения дисциплины для заочной формы обучения составляет 5 зачетных единиц, 180 ак.ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (4 ак.ч.), практические (4 ак.ч.) занятия и самостоятельная работа студента (172 ак.ч.). По дисциплине предусмотрена курсовая работа. Трудоемкость составляет 1 зачетную единицу, 36 часов. Предусмотрены практические занятия (4 ак.ч) и самостоятельная работа студента (32 ак.ч.).

Дисциплина изучается на 1 курсе во 2 семестре для очной формы обучения, а курсовая работа на 2 курсе в 3 семестре. Для заочной формы обучения на 2 курсе в 3 семестре. Форма промежуточной аттестации – экзамен. Форма промежуточной аттестации по курсовой работе – дифференцированный зачет.

3 Перечень результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины «Технологические особенности выплавки стали» направлен на формирование компетенций, представленных в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, обязательные к освоению

Содержание компетенции	Код компетенции по ОПОП ВО	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Универсальные компетенции		
Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1	УК-1.1 Знает: как осуществлять критический анализ проблемных ситуаций с использованием современных источников информации; методы системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации; как оценить экспериментальные результаты; современное состояние ресурсной базы металлургических предприятий. УК-1.2 Умеет: искать данные о современных методах производства стали; применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации; вырабатывать стратегию при проведении исследований; осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода. УК-1.3 Имеет практический опыт: анализа существующих технологий и планирования методов их исследования; системного и критического анализа проблемных ситуаций; постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий; планирования, проведения и анализа экспериментальных данных; оценки перспективности применения ресурсов для производства черных металлов.
Общепрофессиональные компетенции		
Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности	ОПК-4	ОПК-4.1 Знает: основные правила поиска и отбора информации, связанной и с перспективными материалами; правила поиска и отбора научной информации; основные принципы сбора информации, анализа полученных данных; методы использования информации для подготовки и принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности. ОПК-4.2 Умеет: выбирать перспективные материалы; обрабатывать и хранить информацию, необходимую для проведения научных исследований; применять машинное обучение в практической технической деятельности; самостоятельно искать, анализировать и отбирать

		необходимую информацию, организовывать, преобразовывать, сохранять и передавать ее. ОПК-4.3 Имеет практический опыт: ведения деятельности, связанной с анализом, синтезом, сравнением, классификацией, структурированием и систематизацией информации; сбора и обработки собранной информации; обработки и анализа данных; принятия решений по оптимизации элементов конструкций.
Профессиональные компетенции		
Способен решать задачи, связанные с определением организационных и технических мер для обеспечения производства черных металлов	ПК-1	ПК-1.1 Знает устройство, состав, назначение, конструктивные особенности, принцип работы, правила эксплуатации и технического обслуживания цехового оборудования, механизмов и приборов по производству черных металлов, технологические переделы, стандарты организации системы менеджмента качества, технические условия на производственную продукцию, теорию, технологию и практику производства черных металлов, типовые технологические инструкции по производству черных металлов, графики проведения планово-предупредительных ремонтов основного технологического оборудования, основные положения организации по оплате и стимулированию труда работников в цеху, порядок и систему сдачи-ввода агрегатов на капитальный ремонт, требования бирочной системы и нарядов-допусков, план мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий, требования охраны труда, промышленной, экологической и пожарной безопасности, методики анализа затрат на производство, специализированное программное обеспечение на участках цеха, процедуры ведения технологических, учетных, агрегатных журналов на участках цеха. ПК-1.2 Умеет Планировать работу по выполнению производственного задания на участках цеха, контролировать ведение работниками агрегатных и технологических журналов, учетной документации, производить анализ причин срыва производства, отклонений от технологических режимов при производстве черных металлов и переработке продуктов плавки и формировать отчет, распределять работников по рабочим местам в соответствии с производственной необходимостью и квалификацией, принимать решения о внесении корректировок в технологические процессы производства черных металлов, определять варианты и возможности использования поступившего в цех некондиционного сырья, топлива и других материалов, разрабатывать рекомендации по улучшению качества текущих ремонтов, соблюдению правил эксплуатации, технического обслуживания и устранению причин простоев оборудования, контролировать выполнение контактного графика поставки продукции цеха в подразделения по их переработке, контролировать уровень

		знаний и соблюдения работниками требований охраны труда, промышленной, пожарной и экологической безопасности, использовать специализированное программное обеспечение для расчетов технологических процессов производства черных металлов. ПК-1.3 Владеет навыками получения (передачи) информации при приемке-сдаче смены о сменном производственном задании, о состоянии технологии и оборудования на участках цеха, информации о работе смежных производств, энергетических цехов и транспортных подразделений, оценки производственной ситуации на участках цеха по приемке сырья, топлива и других материалов в цеху и в подразделениях переработки цеховой продукции, оценки расстановки и наличия технологического и ремонтных работников на объектах цеха, контроля наличия сменного оборудования, вспомогательных материалов, приспособлений и инструментов в объеме нормативного запаса на производственных участках цеха, оценки состояния охраны труда, пожарной, промышленной и экологической безопасности на участках цеха, определения мер по обеспечению бесперебойной работы оборудования участков цеха, принятия решений о вводе регламентируемых корректировок в технологические процессы производства и переработки цеховой продукции, оценки качества и количества шихтовых материалов, поступающих в цех, выявления и анализа причин изменений параметров и показателей протекания технологических процессов на участках.
Способен анализировать, моделировать и совершенствовать процессы производства черных металлов и управлять современными технологическими процессами их получения.	ПК-3	ПК-3.1 Знает: методики расчета материальных и тепловых балансов производства черных металлов; способы анализа, моделирования и совершенствования процессов производства черных металлов; технологические параметры существующих технологий производства черных металлов; особенности технологий производства черных металлов; современное состояние ресурсной базы металлургических предприятий; методы проведения исследований для подтверждения способов совершенствования технологии производства черных металлов. ПК-3.2 Умеет: проводить расчеты тепловых и материальных балансов производства черных металлов; управлять современными технологическими процессами получения черных металлов; искать и анализировать информацию по способам совершенствования процессов производства черных металлов; подбирать параметры работы технологических агрегатов при изменении параметров шихты; анализировать и совершенствовать технологии производства черных металлов; проводить исследование и анализировать полученные результаты. ПК-3.3 Владеет навыками расчетов тепловых и

		материальных балансов процессов плавки; моделирования современных технологических процессов получения черных металлов; поиска и анализа научной и научно-практической информации; расчетов тепловых и материальных балансов процессов получения черных металлов; моделирования процессов производства черных металлов; планирования и проведения исследований
--	--	---

4 Объём и виды занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 5 зачётных единиц, 180 ак.ч. Курсовая работа – 1 зачётная единица 36 ак.ч.

Самостоятельная работа студента (СРС) включает проработку материалов лекций, подготовку к практическим занятиям, текущему контролю, самостоятельное изучение материала и подготовку к экзамену.

При организации внеаудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине используются формы и распределение бюджета времени на СРС для очной формы обучения в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 – Распределение бюджета времени на СРС

Вид учебной работы	Всего ак.ч.	Ак.ч. по семестрам	Ак.ч. по семестрам
		2	3
Аудиторная работа, в том числе:	81	72	9
Лекции (Л)	36	36	–
Практические занятия (ПЗ)	36	36	–
Лабораторные работы (ЛР)	–	–	–
Курсовая работа/курсовой проект (ПЗ)	9	–	9
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	135	108	27
Подготовка к лекциям	9	9	–
Подготовка к лабораторным работам	–	–	–
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	22	22	–
Выполнение курсовой работы / проекта	20	–	20
Расчетно-графическая работа (РГР)	–	–	–
Реферат (индивидуальное задание)	12	12	–
Домашнее задание	10	5	5
Подготовка к контрольной работе	–	–	–
Подготовка к коллоквиумам	6	6	–
Аналитический информационный поиск	2	–	2
Работа в библиотеке	18	18	–
Подготовка к экзамену	36	36	–
Промежуточная аттестация – экзамен (Э), дифференцированный зачет (Д/З)	Э/ Д/З	Э	Д/З
Общая трудоемкость дисциплины			
ак.ч.	216	180	36
з.е.	6	5	1

5 Содержание дисциплины

С целью освоения компетенций, приведенных в п.3 дисциплина разбита на 5 тем:

- тема 1 (Введение. Общее устройство кислородного конвертера. Анализ методик расчета материального и теплового балансов плавки. Разновидности кислородных конвертеров.);

- тема 2 (Технология выплавки стали в конвертерах с верхней продувкой. Взаимодействие струи газа с жидкостью. Продувка металла кислородом сверху. Химическая реакция в первичной и вторичной зоне окисления. Поведение элементов в кислородном конвертере по ходу продувки. Шлакообразование.);

- тема 3 (Технология выплавки стали в конвертерах с донным дутьем. Особенности технологии в конвертерах с донной продувкой.);

- тема 4 (Технология плавки стали в конвертерах с комбинированным дутьем. Особенности передела ванадийсодержащих чугунов. Особенности передела высокофосфористых чугунов.);

- тема 5 (Особенности проведения расчета кислородно-конвертерной плавки с использованием не традиционных шихтовых материалов. Автоматическая система управления технологий кислородно-конвертерной плавки. Определение времени введения добавок в агрегат.)

Для выполнения курсовой работы проводятся следующие практические работы:

- Расчёт материального и теплового балансов кислородно-конвертерной плавки с применением различных добавок;

- Техничко-экономические показатели сталеплавильного процесса.

Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов для очной и заочной формы приведены в таблице 3 и 4 соответственно.

Таблица 3 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудо-емкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудо-емкость в ак.ч.	Темы лабораторных работ	Труд о емко сть в ак.ч.
второй семестр							
1	Введение. Общее устройство кислородного конвертера.	Анализ методик расчета материального и теплового балансов плавки. Разновидности кислородных конвертеров.	6	Анализ методик расчета материального и теплового балансов кислородно-конвертерной плавки.	6	—	—
2	Технология выплавки стали в конвертерах с верхней продувкой.	Взаимодействие струи газа с жидкостью. Продувка металла кислородом сверху. Химическая реакция в первичной и вторичной зоне окисления. Поведение элементов в кислородном конвертере по ходу продувки. Шлакообразование.	8	Расчет материального баланса с применением твердого топлива.	8	—	—
3	Технология выплавки стали в конвертерах с донным дутьем.	Особенности технологии в конвертерах с донной продувкой.	8	Расчет материального и теплового балансов с применением двухъярусных фурм	8	—	—
4	Технология плавки стали в конвертерах с комбинированным дутьем.	Особенности передела ванадийсодержащих чугунов. Особенности передела высокофосфористых чугунов.	8	Расчет материального и теплового балансов с применением шихты различного состава и	8	—	—

				температуры			
5	Особенности проведения расчета кислородно-конвертерной плавки с использованием не традиционных шихтовых материалов.	Автоматическая система управления технологий кислородно-конвертерной плавки. Определение времени введения добавок в агрегат.	6	Технико-экономические показатели сталеплавильной плавки	6	—	—
	Всего аудиторных часов		36		36		—
третий семестр							
6	Курсовая работа	—		Расчёт материального и теплового балансов кислородно-конвертерной плавки с применением различных добавок	5	—	—
7	—	—		Технико-экономические показатели сталеплавильной плавки	4	—	—
	Всего аудиторных часов		—		9		—

Таблица 4– Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (заочная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы лабораторных работ	Трудоемкость в ак.ч.
Третий семестр							
1	Введение. Технология выплавки стали в кислородных конвертерах.	Технология выплавки стали в конвертерах с верхней продувкой. Технология выплавки стали в конвертерах с донным дутьем. Технология плавки стали в конвертерах с комбинированным дутьем.	4	Расчёт материального и теплового балансов кислородно-конвертерной плавки.	4	—	—
	Всего аудиторных часов		4		4	—	—
Третий семестр							
2	Курсовая работа			Расчёт материального и теплового балансов кислородно-конвертерной плавки с применением различных добавок	4	—	—
	Всего аудиторных часов		—		4		—

6 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

6.1 Критерии оценивания

В соответствии с Положением о кредитно-модульной системе организации образовательного процесса ФГБОУ ВО «ДонГТУ» (https://www.dstu.education/images/structure/license_certificate/polog_kred_modul.pdf) при оценивании сформированности компетенций по дисциплине используется 100-балльная шкала.

Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний

Код и наименование компетенции	Способ оценивания	Оценочное средство
УК-1, ОПК-4, ПК-1, ПК-3	Экзамен	Комплект контролирующих материалов для Экзамена
	Дифференцированный зачет	Устный опрос

Всего по текущей работе в семестре студент может набрать 100 баллов, в том числе:

- практические занятия – всего 25 баллов;
- индивидуальное задание – всего 25 баллов;
- коллоквиумы (два) – всего 50 баллов.

Экзамен проставляется автоматически, если студент набрал по текущей работе не менее 60 баллов и отчитался за каждую контрольную точку. Минимальное количество баллов по каждому из видов текущей работы составляет 60 % от максимального.

Экзамен по дисциплине «Технологические особенности выплавки стали» проводится в форме устного опроса по вопросам, представленным ниже (п.п. 6.5). Билет включает 4 вопроса из приводимого ниже перечня. Билеты на экзамен составляются таким образом, чтобы каждый вопрос относился к различному модулю. Ответ на каждый вопрос оценивается из 25 баллов. Студент на экзамене может набрать до 100 баллов.

Общее количество баллов, которое может набрать студент по курсовому проекту составляет 100 баллов, в том числе:

- правильно выполненные расчеты, графическая часть и оформленная в соответствии с заданием пояснительная записка – до 50 баллов;
- защита курсового проекта в виде устного или письменного опроса, в

том числе выполненных тестовых заданий с использованием дистанционных технологий – до 50 баллов.

Шкала оценивания знаний при проведении промежуточной аттестации приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Шкала оценивания знаний

Сумма баллов за все виды учебной деятельности	Оценка по национальной шкале зачёт/экзамен
0-59	Не зачтено/неудовлетворительно
60-73	Зачтено/удовлетворительно
74-89	Зачтено/хорошо
90-100	Зачтено/отлично

6.2 Домашнее задание

Расчёт материального и теплового балансов кислородно-конвертерной плавки (в соответствии с заданным вариантом).

6.3 Темы для рефератов (презентаций) – индивидуальное задание

- 1) Устройство кислородных конвертеров.
- 2) Разновидности кислородных конвертеров.
- 3) Технология выплавки стали в конвертерах с верхней продувкой.
- 4) Взаимодействие струи газа с жидкостью.
- 5) Продувка металла кислородом сверху.
- 6) Химическая реакция в первичной и вторичной зоне окисления.
- 7) Поведение элементов в кислородном конвертере по ходу продувки.
- 8) Процессы шлакообразование по ходу плавки.
- 9) Технология выплавки стали в конвертерах с донным дутьем.
- 10) Особенности технологии в конвертерах с донной продувкой.
- 11) Технология плавки стали в конвертерах с комбинированным дутьем.
- 12) Особенности передела высокофосфористых чугунов.
- 13) Автоматическая система управления технологий кислородно-конвертерной плавки.

6.4 Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

Тема 1. Введение. Общее устройство кислородного конвертера. Анализ методик расчета материального и теплового балансов плавки. Разновидности кислородных конвертеров.

- 1) Охарактеризуйте кислородный конвертер для верхней продувки.
- 2) Охарактеризуйте механизмы поворота.
- 3) Охарактеризуйте схему конвертера и общее описание технологии.
- 4) Охарактеризуйте тепловой режим при продувках.
- 5) Что оказывает влияние на тепловую работу конструкции дутьевых

устройств?

- 6) Охарактеризуйте пути повышения температуры чугуна.
- 7) Охарактеризуйте влияние температуры и состава чугуна на тепловую работу.
- 8) Охарактеризуйте расход чугуна при использовании различных охладителей.

Тема 2. Технология выплавки стали в конвертерах с верхней продувкой.

- 1) Охарактеризуйте главные преимущества и особенности кислородно-конвертерного процесса
- 2) Охарактеризуйте дутьевой режим.
- 3) Охарактеризуйте положительные факторы пульсирующей продувки.
- 4) Охарактеризуйте взаимодействие кислородной струи с железоуглеродистым расплавом.
- 5) Охарактеризуйте шихтовые материалы и требования к ним.

Тема 3. Технология выплавки стали в конвертерах с донным дутьем.

- 1) Охарактеризуйте преимущества донной продувки.
- 2) Охарактеризуйте особенности технологии в конвертерах с донной продувкой.
- 3) Охарактеризуйте тепловой режим при донной продувке.
- 4) Охарактеризуйте особенности передела ванадийсодержащих чугунов.
- 5) Охарактеризуйте особенности передела высокофосфористых чугунов.

Тема 4. Технология плавки стали в конвертерах с комбинированным дутьем.

- 1) Охарактеризуйте типы комбинированной продувки.
- 2) Охарактеризуйте особенности конструкции дутьевых устройств и агрегатов.
- 3) Охарактеризуйте дутьевой режим.
- 4) Охарактеризуйте тепловой режим при комбинированной продувке.
- 5) Охарактеризуйте выбор оптимального режима подачи кислорода в конвертере с комбинированной продувкой.

Тема 5. Особенности проведения расчета кислородно-конвертерной плавки с использованием не традиционных шихтовых материалов.

- 1) Охарактеризуйте соотношение между различными видами металлосодержащих шихтовых материалов, их влияние на качество выплавляемого металла.
- 2) Охарактеризуйте подготовку шихтовых материалов к плавке.
- 3) Охарактеризуйте оборудование для подготовки металлического лома.
- 4) Назовите режимы продувки кислородом и окисление элементов в кислородном конвертере.

- 5) Охарактеризуйте растворение шлакообразующих и образование шлака в кислородном конвертере.
- 6) Назовите способы продувки металла инертным газом, гидродинамика перемешивания и протекающие процессы.

6.5 Вопросы для подготовки к коллоквиумам и экзамену

- 1) Охарактеризуйте шихтовые материалы конвертерного производства.
- 2) Охарактеризуйте отличительные особенности окислительных процессов в кислородном конвертере и других сталеплавильных агрегатах.
- 3) Охарактеризуйте кислородный конвертер: устройство, технологические циклы.
- 4) Охарактеризуйте принцип действия кислородного конвертера с верхней продувкой.
- 5) Охарактеризуйте особенности конвертеров с нижней продувкой.
- 6) Охарактеризуйте особенности конвертеров с комбинированной продувкой.
- 7) Охарактеризуйте выбор оптимального режима подачи кислорода в конвертере с комбинированной продувкой.
- 8) Охарактеризуйте защиту футеровки при нижней подаче кислорода в конвертерах с нижней и комбинированной продувкой.
- 9) Охарактеризуйте разновидности кислородных фурм. Способы подачи кислорода.
- 10) Охарактеризуйте конвертера с дожиганием и без дожигания отходящего газа.
- 11) Охарактеризуйте общие сведения о реакционной зоне при продувке металла кислородом.
- 12) Охарактеризуйте историю развития конвертерного производства стали.
- 13) Охарактеризуйте интенсификацию процесса продувки ванны кислородом.
- 14) Охарактеризуйте вспомогательное оборудование для кислородно-конвертерного производства.
- 15) Охарактеризуйте соотношение между различными видами металлосодержащих шихтовых материалов, их влияние на качество выплавляемого металла.
- 16) Охарактеризуйте подготовку шихтовых материалов к плавке.
- 17) Охарактеризуйте оборудование для подготовки металлического лома.
- 18) Назовите режимы продувки кислородом и окисление элементов в кислородном конвертере.
- 19) Охарактеризуйте растворение шлакообразующих и образование шлака в кислородном конвертере.
- 20) Назовите способы продувки металла инертным газом, гидродинамика перемешивания и протекающие процессы.

- 21) Охарактеризуйте удаление серы и фосфора в кислородном конвертере.
- 22) Охарактеризуйте влияние основных легирующих элементов на качество конвертерной стали.
- 23) Охарактеризуйте отделение металла от шлака в кислородном конвертере: способы, цель.
- 24) Охарактеризуйте процессы в глуходонных конвертерах с повышенной долей лома в металлошихте.
- 25) Охарактеризуйте конвертерную плавку с повышенным расходом лома, вводом нейтрального газа снизу и кислорода сверху.
- 26) Кислородно-топливный конвертерный процесс с долей лома в металлошихте 40-50%.
- 27) Кислородно-конвертерный процесс с высоким расходом лома (до 100%).
- 28) Охарактеризуйте конвертеры с оптимизированным использованием энергии.
- 29) Охарактеризуйте продувку фосфористых чугунов. Кал-До процесс. Роторный процесс.
- 30) Назовите непрерывный сталеплавильный процесс. Варианты непрерывного сталеплавильного процесса (НСП).
- 31) Охарактеризуйте аргонокислородное рафинирование.

6.6 Примерная тематика курсовых работ

Выполнение курсовой работы в 3 семестре является логическим дополнением к дисциплине.

Содержание и выполнение курсовой работы на основе формулирования задачи состоит из следующих этапов:

- уточнение задачи с учетом анализа литературных источников, патентной информации;
- расчет объема кислородного конвертера;
- выбор и расчет геометрических размеров агрегата;
- выбор и расчет продувочных устройств;
- определение длительности кислородно-конвертерной плавки и его производительности;
- расчет шихтовки плавки для кислородного конвертера;
- расчет материального и теплового балансов кислородно-конвертерной плавки.

Варианты заданий к выполнению курсовой работы приведены ниже в таблице 7,8.

Таблица 6 – Исходные данные для расчета

№	Марка стали	№ осн. вх. пар.	Параметры, которые необходимо проанализировать				
			1	2	3	4	5
1	10Г2С1	6	Расход металлолома (скрапа)	Расход тех. кислорода	Расход извести	Кол-во полученных отходящих газов	Выход годного (кол-во металла)
2	3сп	3	Расход извести	Кол-во, полученного шлака	Кол-во полученных корольков	Расход тех. кислорода	Выход годного (кол-во металла)
3	09Г2С	4	Расход металлолома (скрапа)	Расход тех. кислорода	Расход извести	Кол-во полученных корольков	Выход годного (кол-во металла)
4	35ГС	7	Расход тех. кислорода	Кол-во, полученного шлака	Расход извести	Кол-во полученных отходящих газов	Выход годного (кол-во металла)
5	25Г2С	8	Расход тех. кислорода	Расход извести	Кол-во полученных корольков	Кол-во полученных отходящих газов	Выход годного (кол-во металла)
6	5сп	1	Выход годного (кол-во металла)	Кол-во, полученного шлака	Расход плавикового шпата	Кол-во полученных корольков	Расход тех. кислорода
7	10	5	Расход извести	Кол-во полученных отходящих газов	Расход тех. кислорода	Выход годного (кол-во металла)	Кол-во, полученного шлака
8	2кп	4	Расход металлолома (скрапа)	Расход тех. кислорода	Расход извести	Кол-во полученных корольков	Выход годного (кол-во металла)
9	15Г	2	Расход извести	Кол-во, полученного шлака	Кол-во полученных корольков	Расход тех. кислорода	Выход годного (кол-во металла)
10	12ГС	9	Расход жидкого чугуна	Расход тех. кислорода	Выход годного (кол-во металла)	Расход извести	Кол-во, полученного шлака

Таблица 8 – Значение основного входного параметра

Основной входной параметр	Наименование параметра и ед. изм.	Диапазон значений	Шаг изменения	Базовое значение
1	Содержание кремня в чугунае, %	0,2-1,2	0,1	0,5
2	Содержание серы в чугунае, %	0,005-0,06	0,005	0,04
3	Содержание фосфора в чугунае, %	0,02-0,28	0,01	0,04
4	Содержание кремня в металлоломе, %	0,05-2,5	0,1	0,17
5	Температура жидкого чугуна, °C	1320-1480	20	1320
6	Степень дожигания СО до СО ₂ , %	10-30	5	10
7	Температура подогрева лома, °C	400-800	50	0
8	Расход топлива (угля), кг/100 кг металлошихты	2-5	0,5	0
9	Температура перегрева расплава на выпуске, °C	80-140	10	80

При проведении аттестации студентов важно:

1. Наличие курсовой работы.
2. Пояснить принятые решения при выборе состава шихтовых материалов.

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Рекомендованная литература

Основная литература

1. Современные проблемы металлургии: учебно-методическое пособие к практическим занятиям для студентов-магистрантов всех форм обучения, обучающихся по направлению подготовки 22.04.02 / НГТУ им. Р.Е. Алексеева; сост.: В.Н. Гущин, Г.А. Геворгян, - Нижний Новгород, 2020. – 40 с. [Электронный ресурс]. — Режим доступа:

https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/instit_fakul_kaf_shkoly/ifhtim/kaf_mto/metod/95.pdf?ysclid=lq2ol5mcw4133540654 Дата обращения: 20.07.2024.

2. Самойлов, М.В. Основы энергосбережения: учеб. Пособие [текст] / М.В. Самойлов, В.В. Паневчик, А.Н. Ковалев – Минск : БГЭУ, 2022 -198с. То же [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://reallib.org/reader?file=568343> Дата обращения: 20.07.2024.

3. Методические указания к выполнению расчетных заданий по дисциплинам «Теоретические основы сталеплавильных процессов», «Теория и технология производства стали 1» : (для студ. напр. подготовки 22.03.02 «Металлургия» 2 и 3 курса всех форм обуч.) / сост.: С.В. Куберский, О.В. Федотов, М.И. Воронько ; Каф. Металлургии черных металлов . — Алчевск : ГОУ ВО ЛНР ДонГТИ, 2021 . — 58 с. https://library.dstu.education/list.php?reallist=2&IDlist=Q_3

4. Протасов, А.В. Рафинирование стали в процессе разливки: монография / А.В. Протасов, Б.А. Сивак, Л.А. Смирнов. — Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2023. — 328 с. : ил., табл. <https://moodle.dstu.education/mod/folder/view.php?id=109277>

5. Мирзажонова С.Б., Маткаримов С.Т., М.С.Саидова., Боходирова Н.К. Технологии переработки горно-металлургических отходов. Монография. — Ташкент. 2023. 134 — с. <https://moodle.dstu.education/mod/folder/view.php?id=109277>

Дополнительная литература

1. Кудрин, В.А. Металлургия стали: учебник для студ. Вузов [текст] / В.А. Кудрин. — М.: Металлургия, — 1989. — С. 560.

<https://moodle.dstu.education/mod/folder/view.php?id=109277>

2. Металлургия черных металлов: учебник для студ. вузов / В.И. Коротич, С.Г. Братчиков. — М.: Металлургия, — 1987. — С. 240.

<https://moodle.dstu.education/mod/folder/view.php?id=109277>

3. Воскобойников, В.Г. Общая металлургия: учебник для вузов [текст] / В.Г. Воскобойников, В.А. Кудрин, А.М. Якушев; под ред. В.Г. Воскобойникова. — М.: Металлургия, — 1985. — С. 480.

<https://moodle.dstu.edu/mod/folder/view.php?id=109277>

4. Бойченко, Б.М. Конвертерное производство стали: теория, технология, качество стали, конструкции агрегатов, рециркуляция материалов и экология / Учеб. для вузов по специальности "Металлургия черн. металлов" / Б.М. Бойченко, В.Б. Охотский, П.С. Харлашин – Учебник. – Днепропетровск: Днепр-ВАЛ, 2006. – 454 с.

<https://moodle.dstu.edu/mod/folder/view.php?id=109277>

5. Кудрин, В. А. Теория и технология производства стали [Текст] / Учеб. для вузов по специальности "Металлургия черн. металлов" / В.А. Кудрин. - М.: Мир: АСТ, 2003. –С. 526.

<https://moodle.dstu.edu/mod/folder/view.php?id=109277>

6. Роцин, В. Е. Электрометаллургия и металлургия стали [Текст] / учебник для вузов по направлению // В. Е. Роцин А.В. Роцин – Челябинск: Издательский Центр, - 2013. – С. 571.

<https://moodle.dstu.edu/mod/folder/view.php?id=109277>

7. Токовой, О. К. Производство стали и сплавов [Текст] / Учеб. пособие для физ.-металлург. // О. К. Токовой. – Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ – 2013. – С.76.

<https://moodle.dstu.edu/mod/folder/view.php?id=109277>

8. Рябов, А. В. Современные способы выплавки стали в дуговых печах [Текст] / учеб. пособие для вузов по специальности "Металлургия черных металлов" // А.В. Рябов, И.В. Чуманов, М.В. Шишимиров. - М.: Теплотехник,- 2007. – С.188.

<https://moodle.dstu.edu/mod/folder/view.php?id=109277>

9. Кудрин, В. А. Теория и технология производства стали [Текст] / Учеб. для вузов по специальности "Металлургия черн. металлов" / В. А. Кудрин. - М.: Мир: АСТ, 2003. –С. 526.

10. Гамов, П.А. Внепечная обработка и непрерывная разливка стали: решение практических задач: учебное пособие / П.А. Гамов, С.В. Зырянов, С.П. Салихов. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2018. – 50с

<https://moodle.dstu.edu/mod/folder/view.php?id=109277>

7.2 Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Научная библиотека ДонГТУ: официальный сайт.— Алчевск. —URL: library.dstu.edu.— Текст: электронный.

2. Научно-техническая библиотека БГТУ им. Шухова : официальный сайт. — Белгород. — URL: <http://ntb.bstu.ru/jirbis2/>.— Текст: электронный.

3. Консультант студента: электронно-библиотечная система.— Москва. — URL: <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>.— Текст: электронный.

4. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система.— URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red.— Текст: электронный.

5. IPR BOOKS: электронно-библиотечная система.—Красногорск. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/>. —Текст: электронный.
6. ЭБС Издательства "Университетская библиотека онлайн" <http://e.lanbook.com/>
7. ЭБС Издательства "ЛАНЬ": [сайт]. — <https://e.lanbook.com/>
8. Цифровая библиотека IPR SMART: [сайт]. — <https://www.iprbookshop.ru/>
9. Национальная электронная библиотека: [сайт]. — <https://rusneb.ru/>
10. Российская Государственная Библиотека: [сайт]. — <https://diss.rsl.ru/>
11. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка»: [сайт]. — <https://cyberleninka.ru/>
12. Научная электронная библиотека eLIBRARY: [сайт]. — <https://elibrary.ru/defaultx.asp?/>
13. Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» — <https://biblio.asu.edu.ru>
14. ЭБС «Университетская Библиотека Онлайн» <https://biblioclub.ru>
15. Информационно-библиотечный комплекс «Политех» <https://library.spbstu.ru>

8 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов деятельности в процессе обучения, соответствует требованиям ФГОС ВО.

Материально-техническое обеспечение представлено в таблице 9.

Таблица 9 – Материально-техническое обеспечение

Наименование оборудованных учебных кабинетов	Адрес (местоположение) учебных кабинетов
Проектор Epson, экран, звуковые колонки, компьютер Intel Pentium. Численность посадочных мест - 40 человек;	Аудитория 313 лабораторный корпус
Электропечь индукционная ИСТ-0,06 для выплавки металла. Гранулятор тарельчатый. Дробилка щековая. Тиристорный преобразователь ТПЧТ. Печь электрическая шахтная. Физические модели для исследования металлургических процессов, свойств шихты, жидких расплавов и металлопродукции. Численность посадочных мест - 30 человек	Аудитория 117 лабораторный корпус, учебно-исследовательская лаборатория металлургии чугуна и стали

Лист согласования РПД

Разработал
Доцент кафедры
металлургических технологий
(должность)


(подпись)

М.Ю. Проценко
(Ф.И.О.)

И.о. заведующего кафедрой
металлургических технологий


(подпись)

Н.Г. Митичкина
(Ф.И.О.)

Протокол № 1 заседания кафедры
металлургических технологий

от 30.08.2024г.

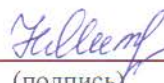
И.о. декана факультета
горно-металлургической
промышленности и строительства


(подпись)

О.В. Князьков
(Ф.И.О.)

Согласовано

Председатель методической
комиссии по направлению подготовки
22.04.02 Metallurgy


(подпись)

Н.Г. Митичкина
(Ф.И.О.)

Начальник учебно-методического центра


(подпись)

О.А. Коваленко
(Ф.И.О.)

Лист изменений и дополнений

Номер изменения, дата внесения изменения, номер страницы для внесения изменений	
ДО ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:	ПОСЛЕ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:
Основание:	
Подпись лица, ответственного за внесение изменений	