

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 горно-металлургической промышленности и строительства
Кафедра металлургических технологий

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора по
учебной работе
Д.В. Мулов



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Внепечная обработка чугуна и стали
(наименование дисциплины)

22.03.02 Metallurgy
(код, наименование направления)

Metallurgy of black metals
(профиль подготовки)

Квалификация бакалавр
(бакалавр/специалист/магистр)

Форма обучения очная, заочная
(очная/заочная)

1 Цели и задачи дисциплины

Цели дисциплины: Целью изучения дисциплины «Внепечная обработка чугуна и стали» является приобретение студентами знаний по современному оборудованию и технологиям внепечной обработки чугуна и стали в ковше, конструктивно-технологическим параметрам установок внепечной обработки жидкого металла, их влиянию на технико-экономические показатели процесса, а также основным направлениям развития внепечной обработки расплавов.

Задачи изучения дисциплины:

- научить проводить технико-экономический анализ и формулировать основные требования к технологическим процессам внепечной обработки чугуна и стали;
- ознакомить с основными способами внепечной обработки расплавов, областью их применения, основных направлениях развития внепечной обработки расплавов;
- научить выбирать необходимое внепечное оборудование с учетом решения задач энерго- и ресурсосбережения, а также защиты окружающей среды от техногенных воздействий производства;
- выбирать и обосновывать эффективные методы организации производства, его метрологического обеспечения, технического контроля и информационного обслуживания с использованием вычислительной техники;
- выполнять исследования металлургических процессов и оборудования внепечной обработки расплавов;
- оценивать воздействие принятых решений с позиций достижения качества продукции.

Дисциплина направлена на формирование общепрофессиональных компетенций (ОПК-1, ОПК-7) и профессиональных компетенций (ПК-2) выпускника.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Логико-структурный анализ дисциплины – курс входит в БЛОК 1 «Дисциплины (модули)», обязательная часть подготовки студентов по направлению 22.03.02 Metallurgy (profile «Metallurgy of black metals»).

Дисциплина реализуется кафедрой металлургических технологий.

Основывается на базе дисциплин: «Теоретические основы аглодомного производства», «Теоретические основы производства стали», «Технология аглодомного производства», «Технология выплавки стали», «Конструкция сталеплавильных агрегатов».

Дисциплина является основой для выполнения НИР, выпускной квалификационной работы и обучения выпускников на следующих уровнях образования.

Общая трудоемкость освоения дисциплины для очной формы обучения составляет 6 зачетных единиц, 216 ак. ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (54 ак. ч.), практические (18 ак. ч.) занятия, лабораторные работы (18 ак. ч.) и самостоятельная работа студента (126 ак.ч.).

Общая трудоемкость освоения дисциплины для заочной формы обучения составляет 6 зачетных единиц, 216 ак. ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (4 ак. ч.), практические (4 ак. ч.) занятия, лабораторные работы (4 ак. ч.) и самостоятельная работа студента (204 ак. ч.).

Дисциплина изучается на 4 курсе в 7 семестре для очной и в 8 семестре заочной формы обучения. Форма промежуточной аттестации – экзамен.

3 Перечень результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Процесс изучения дисциплины «Внепечная обработка чугуна и 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
Общепрофессиональные компетенции		
Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общетехнические знания.	ОПК-1	ОПК-1.1 Знает основы высшей математики, физики, химии, технической механики, теплотехники, материаловедения, информатики и моделирования. ОПК-1.2 Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общетехнических знаний, методов математического анализа и моделирования. ОПК-1.3 Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности.
Способен анализировать, составлять и применять техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью, в соответствии с действующими нормативными документами металлургической отрасли.	ОПК-7	ОПК-7.1 Знает основные нормативы, необходимые для профессиональной деятельности. ОПК-7.2 Умеет анализировать, составлять и применять техническую документацию. ОПК-7.3 Владеет навыками решения задач профессиональной деятельности с учетом требований действующих нормативов.
Профессиональные компетенции		
Способен решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, на основе знаний теории и практики производства черных металлов.	ПК-3	ПК-3.1 Знает технологические процессы выплавки, внепечной обработки и разливки черных металлов; технологические характеристики выпускаемой продукции; передовые достижения отечественных и зарубежных фирм в области производства черных металлов; план мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий; требования охраны труда, промышленной, экологической и пожарной безопасности при производстве черных металлов. ПК-3.2 Умеет организовывать устранение неполадок в работе технологических агрегатов; пользоваться методикой расчетов шихты; контролировать выполнение технологических инструкций производству черных металлов;

		пользоваться информационными интегрированными системами для заказов оборудования, запчастей и для контроля технологических процессов; анализировать отчетно-учетную документацию о ходе технологических процессов и результаты качества металлопродукции; анализировать и принимать решения по снижению брака и несоответствующей продукции; эффективно осуществлять производственную деятельность в нештатных ситуациях; применять эффективные методы мобилизации работников на выполнение производственных заданий; разрабатывать рекомендации по совершенствованию технологических процессов; производить анализ производственно-хозяйственной деятельности; выявлять резервы повышения эффективности производства. ПК-3.3 Владеет навыками планирования работы по выполнению производственных заданий; контроля технологического процесса; принятия решений для обеспечения требуемых технологических параметров процесса; контроля ведения работниками учетной документации; принятия решений о переназначении продукции в случае отклонения от технологического процесса; контроля действий работников по текущему уходу и профилактическим осмотрам оборудования; анализа хода и результатов производства; синхронизации графика производства в объеме сменного задания; выполнения графика выплавки.
--	--	--

4 Объём и виды занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 6 зачётных единиц, 216 ак. ч.

Самостоятельная работа студента (СРС) включает проработку материалов лекций, подготовку к лабораторным работам и 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
		7
Аудиторная работа, в том числе:	90	90
Лекции (Л)	54	54
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
Курсовая работа/курсовой проект	—	—
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	126	126
Подготовка к лекциям.	12	12
Подготовка к лабораторным работам.	18	18
Подготовка к практическим занятиям/семинарам.	18	18
Расчетно-графическая работа (РГР).	—	—
Реферат (индивидуальное задание).	—	—
Домашнее задание.	—	—
Подготовка к контрольной работе.	6	6
Подготовка к коллоквиумам.	—	—
Аналитический информационный поиск.	18	18
Работа в библиотеке.	18	18
Подготовка к экзамену.	36	36
Промежуточная аттестация – экзамен (Э)	Э	Э
Общая трудоемкость дисциплины		
ак. ч.	216	216
з. е.	6	6

5 Содержание дисциплины

С целью освоения компетенций, приведенных в п.3 дисциплина разбита на 4 темы:

- тема 1 (введение, цели внедоменной обработки чугуна);
- тема 2 (комплекс проблем, возникающих при определении рациональной технологической схемы производства стали высокого качества);
- тема 3 (современные методы внедоменной обработки жидкого чугуна и стали в ковше, продувка металла газами, непрерывное вакуумирование металла, конструкции и вместимость ковшей, взаимодействие металла с атмосферой);
- тема 4 (роль промежуточного ковша, флотация и фильтрация неметаллических включений, оценка различных способов воздействия на металл – пульсирующего дутья, электромагнитного перемешивания, электродугового разряда).

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	Трудо-емкость в ак.ч.
1	Введение. Цели внедоменной обработки чугуна.	Внепечная дефосфорация металла. Теоретические основы. Дефосфорация чугуна. Процессы SARP и ORP.	14	Расчет степени десульфурации жидкого чугуна.	4	Влияние технологических параметров десульфурации на конечное содержание серы в жидком чугуне.	4
2	Комплекс проблем, возникающих при определении рациональной технологической схемы производства стали высокого качества.	Дефосфорация стали в печи продувкой порошками. Дефосфорация стали в ковше и в специализированных агрегатах. Дефосфорация стали в печи продувкой порошками. Дефосфорация стали в ковше и в специализированных агрегатах.	14	Расчет параметров продувки металла в ковше аргоном через пористые пробки в АКП. Расчет дораскисления стали в АКП.	6	Влияние параметров продувки металла в ковше аргоном на количество и размер пузырей	6
3	Современные методы внедоменной обработки жидкого чугуна и стали в ковше. Продувка металла газами. Непрерывное вакуумирование металла. Конструкции и вместимость ковшей. Взаимодействие металла с атмосферой.	Обработка в ковше с вакуумированием. Варианты вакуумирования стали в струе и в ковше. Вакуумирование порций металла (установки DH, RH, PM). Обработка стали с подогревом в ковше (установки VAD, ASEA-SKF, SH).	14	Формирование рафинировочного шлака в АКП. Расчет теплового баланса АКП	4	Влияние параметров рафинировочного шлака на степень десульфурации в АКП	4

Продолжение таблицы 3

4	Роль промежуточного ковша. Флотация и фильтрация неметаллических включений Оценка различных способов воздействия на металл – пульсирующего дутья, электромагнитного перемешивания, электродугового разряда.	Специальные методы воздействия на жидкий металл в промежуточном ковше и кристаллизаторе.	12	Расчет параметров вакуумной камеры циркуляционного и порционного типа.	4	Анализ эффективности и раскисления-легирования стали в ковше и АКП.	4
	Всего аудиторных часов		54		18		18

Таблица 4– Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (заочная 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	Трудо-емкость в ак.ч.
1	Введение. Цели внедоменной обработки чугуна. Современные методы внедоменной обработки жидкого чугуна и стали в ковше. Продувка металла газами. Непрерывное вакуумирование металла.	Внепечная дефосфорация металла. Теоретические основы. Дефосфорация чугуна стали в ковше и в специализированных агрегатах. Обработка в ковше с вакуумированием. Варианты вакуумирования стали в струе и в ковше. Специальные методы воздействия на жидкий металл в промежуточном ковше и кристаллизаторе.	4	Формирование рафинировочного шлака в АКП. Расчет теплового баланса АКП	4	Влияние параметров рафинировочного шлака на степень десульфурации в АКП	4
	Всего аудиторных часов		4		4		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
ОПК-1, ОПК-7 ПК-3	Экзамен	Комплект контролирующих материалов для экзамена

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

- лабораторные работы – всего 24 балла;
- практические занятия – всего 24 балла;
- устный или письменный опрос, в том числе выполнение тестовых заданий с использованием дистанционных технологий – всего 52 балла.

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 «Внепечная обработка чугуна и стали» проводится в форме устного экзамена по вопросам, представленным ниже (п.п. 6.5), или в виде тестовых заданий (в т.ч. с использованием дистанционных технологий). Экзаменационный билет включает три вопроса из приводимого ниже перечня. Экзаменационные билеты составляется таким образом, чтобы каждый вопрос относился к различному модулю. Ответ на каждый вопрос оценивается из 33,3 баллов. Студент на экзамене может набрать до 100 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

Домашнее задание не предусмотрено

6.3 Темы для рефератов (презентаций) – индивидуальное задание (для заочной формы обучения)

1. Цели внепечной обработки чугуна и стали.
2. Внедоменная десульфурация чугуна.
3. Внедоменная дефосфорация чугуна.
4. Совместное проведение операций десульфурации и дефосфорации.
5. Совместное проведение операции десиликонизации и дефосфорации.
6. Комплексные технологии внепечной обработки чугуна и стали.
7. Проблем, возникающих при определении рациональной технологической схемы производства стали высокого качества.
8. Конструкции и вместимость ковшей. Взаимодействие металла с атмосферой.
9. Методы отсечки шлака при выпуске металла из агрегата.
10. Продувка металла порошкообразными материалами.
11. Вдувание кальций- и магнийсодержащих материалов.
12. Вдувание порошкообразных материалов через разливочные стаканы.
13. Обработка стали конечными шлаками электроплавки.
14. Обработка металла синтетическими шлаками.
15. Обработка металла твердыми шлаковыми смесями.
16. Устройство и назначение агрегата внепечной обработки стали типа печь-ковш.
17. Удаление газов и неметаллических включений, перемешивание расплава.
18. Расход газов. Охлаждающий эффект продувки.
19. Методы продувки.
20. Аргоно-кислородная продувка.
21. Основные реакции в процессе вакуумирования стали.
22. Вакуумирование металла в вакуумной камере в ковше.
23. Порционное и циркуляционное вакуумирование.
24. Вакуумирование металла с продувкой кислородом.
25. Пульсирующее перемешивание.

6.4 Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

Тема 1. *Введение, цели внедоменной обработки чугуна.*

1. Какие цели преследует внепечная обработка чугуна?
2. В чем сущность внедоменной десульфурации чугуна?
3. В чем сущность внедоменной дефосфорации чугуна?
4. В чем заключается комплексная технология внепечной обработки чугуна?
5. Перечислите основные технологические операции внепечной дефосфорации металла.
6. Приведите формулы основных химических процессов при дефосфорации чугуна.
7. В чем сущность процессов SARP и ORP?

Тема 2. *Комплекс проблем, возникающих при определении рациональной технологической схемы производства стали высокого качества.*

1. Как достигается необходимое качество стали?
2. Что из себя представляет порошковая проволока и как регулируется скорость ее погружения в металл?
3. С какой целью используют вдувание порошкообразных реагентов в сталь?
4. Какое влияние на качество стали оказывает углерод?
5. Какое влияние на качество стали оказывает сера?
6. Какое влияние на качество стали оказывает фосфор?
7. Какое влияние на качество стали оказывает азот?
8. Какое влияние на качество стали оказывает водород?
9. Насколько эффективно совмещение продувки инертным газом с обработкой синтетическим шлаками?

Тема 3. *Современные методы внедоменной обработки жидкого чугуна и стали в ковше, продувка металла газами, непрерывное вакуумирование металла, конструкции и вместимость ковшей, взаимодействие металла с атмосферой.*

1. Приведите формулы основных химических процессов при дефосфорации чугуна.
2. В чем сущность процессов SARP и ORP?
3. Какие основные требования предъявляются к организации внедоменной десульфурации чугуна магнием?
4. Как происходит десульфурация чугуна магнием в крупных заливочных ковшах сталеплавильных цехов?
5. В чем сущность обескремнивания чугуна?
6. В чем сущность технологии продувки металла инертным газом через пористые вставки?
7. Какое влияние на температуру металла оказывает обработка стали в ковше инертным газом?

8. Какое влияние на качество стали оказывают неметаллические включения?

Тема 4 Роль промежуточного ковша, флотация и фильтрация неметаллических включений, оценка различных способов воздействия на металл – пульсирующего дутья, электромагнитного перемешивания, электродугового разряда.

1. Какие перспективы применения промежуточного ковша в металлургии?

2. В чем сущность технологии электромагнитного перемешивания стали в промежуточном ковше?

3. Перечислите цели и задачи электромагнитного воздействия на металл в промежуточном ковше.

4. Каким способом осуществляется подогрев металла в промежуточном ковше?

5. Какие способы продувки металла в ковше существуют в современных металлургических производствах?

6. Перечислите цели и задачи применения пульсирующей продувки металла инертным газом в ковше.

7. Расскажите, как используется физическое моделирование для изучения процессов пульсирующей продувки металла в ковше?

6.5 Вопросы для подготовки к коллоквиумам и экзамену и выполнению тестовых заданий

1. Какие цели преследует внепечная обработка чугуна?

2. В чем сущность внедоменной десульфурации чугуна?

3. В чем сущность внедоменной дефосфорации чугуна?

4. Расскажите, как в комплексе проводятся операции десульфурации и дефосфорации.

5. Расскажите, как в комплексе проводятся операции десиликонизации и дефосфорации.

6. В чем заключается комплексная технология внепечной обработки чугуна?

7. Перечислите основные технологические операции внепечной дефосфорации металла.

8. Приведите формулы основных химических процессов при дефосфорации чугуна.

9. В чем сущность процессов SARP и ORP?

10. Расскажите об основных физико-химических свойствах магния.

11. Какие основные требования предъявляются к организации внедоменной десульфурации чугуна магнием?

12. Как происходит десульфурация чугуна магнием в крупных заливочных ковшах сталеплавильных цехов?

13. В чем сущность обескремнивания чугуна?

14. Как происходит комплексное рафинирование чугуна окислительными шлакообразующими смесями?

15. Как достигается необходимое качество стали?
16. В чем заключается технология продувки металла инертным газом через погружные фурмы?
17. С какой целью используют вдувание порошкообразных реагентов в сталь?
18. Какое влияние на качество стали оказывает углерод?
19. В чем сущность технологии продувки металла инертным газом через пористые вставки?
20. Как устроена установка для вдувания порошкообразных реагентов в сталь?
21. Какое влияние на качество стали оказывает сера?
22. Как устроена погружная фурма и от чего зависит ее стойкость?
23. Какое влияние на качество стали оказывает кальций?
24. Какое влияние на качество стали оказывает фосфор?
25. Как устроена пористая вставка и от чего зависит ее стойкость?
26. Какое влияние на качество стали оказывает азот?
27. Какое влияние на температуру металла оказывает обработка стали в ковше инертным газом?
28. Какое влияние на качество стали оказывает водород?
29. Насколько эффективно совмещение продувки инертным газом с обработкой синтетическим шлаками?
30. Какое влияние на качество стали оказывает кислород?
31. Перечислите особенности САВ-процесса.
32. Что из себя представляет порошковая проволока и как регулируется скорость ее погружения в металл?
33. Какое влияние на качество стали оказывают неметаллические включения?
34. Перечислите особенности САВ-процесса.
35. Приведите схему введения порошковой проволоки в жидкую сталь.
36. В чем заключается вредное влияние шлака, попадающего в ковш?
37. Перечислите основные способы отсечки шлака на выпуске металла из конвертера.
38. В чем сущность технологии отсечки шлака пневматическим стопором?
39. Как достигается необходимое качество стали?
40. В чем сущность технологии продувки металла инертным газом через погружные фурмы?
41. Какое влияние на качество стали оказывает углерод?
42. Как устроена установка для вдувания порошкообразных реагентов в сталь?
43. Какое влияние на качество стали оказывает сера?
44. Как устроена погружная фурма и от чего зависит ее стойкость?
45. Какое влияние на качество стали оказывает фосфор?
46. Как устроена пористая вставка и от чего зависит ее стойкость?
47. В чем заключается принцип удаления газов из металла при

вакуумировании?

48. Как устроена установка для вакуумирования стали в ковше?

49. Назовите особенности процесса ASEA-SKF.

50. В чем сущность технологии вакуумирования стали в ковше?

51. Назовите причины кипения металла при вакуумировании.

52. В чем сущность технологии VD-процесс?

53. Приведите схему установки VOD-процесса.

54. Перечислите основные элементы конструкции АКП.

55. В чем заключается принцип работы установки порционного вакуумирования?

56. В чем сущность технологии обработки стали при порционном вакуумировании?

57. Как устроена вакуумная камера порционного вакууматора?

58. Перечислите способы перемешивания металла аргонном в АКП. Какие у них преимущества и недостатки?

59. В чем заключается принцип работы установки циркуляционного вакуумирования?

60. Как осуществляется контроль параметров процесса при вакуумировании?

61. Как регулируется скорость циркуляции металла через циркуляционную вакуумкамеру?

62. Когда выполняют вакуумирование металла в струе?

63. Приведите схему вакуумирования при переливании стали из ковша в ковш.

64. В чем сущность технологии окислительной продувки под вакуумом процессом RH-OB?

65. Какие особенности вакуумной обработки нержавеющей сталей?

66. Какие особенности поточного вакуумирования стали на МНЛЗ?

67. Какие задачи выполняются при вакуумной обработке стали?

68. Для чего сталь продувают в ковше инертным газом?

69. В чем сущность технологии продувки стали инертным газом и какое оборудование при этом применяется?

70. Какие способы защиты поверхности металла используются при продувке инертным газом?

71. В чем сущность аргонно-кислородного рафинирования?

72. Как устроены установки для аргонно-кислородного рафинирования?

73. В чем сущность технологии вакуумной обработка стали? Какие способы вакуумирования существуют?

74. В чем сущность технологии удаления неметаллических включений при вакуумировании?

75. В чем сущность технологии вакуумирования в ковше?

76. В чем сущность технологии вакуум-кислородного обезуглероживания жидкого металла?

77. Какие разновидности процесса VOD применяются на

предприятиях? В чем сущность процесса VODK?

78. Расскажите о вакуумировании стали в ковше с дополнительным подогревом? В чем сущность процесса VAD?

79. В чем сущность процесса ASEA-SKF (назначение, технология, конструкция установок, результаты)?

80. Какие существуют способы вакуумирования стали в струе (перелив стали из ковша в ковш)?

81. В чем сущность технологии отливки малых слитков под вакуумом?

82. В чем сущность технологии вакуумирования стали при выпуске?

83. Какой результат получается при вакуумной обработке стали в струе?

84. Расскажите о порционном вакуумировании (назначение, технология, конструкция установок, результаты)? В чем сущность процесса DH?

85. Расскажите о циркуляционном вакуумировании (назначение, технология, конструкция установок, результаты)? В чем сущность процесса RH?

86. Как осуществляется выбор способа внепечной вакуумной обработки? Сравните способы продувки и вакуумной обработки стали.

87. Как осуществляется обработка стали порошкообразными материалами? Какие цели преследуются при продувке металла порошками?

88. В чем сущность технологии внепечной десульфурации стали вдуванием порошкообразных материалов?

89. Перечислите способы введения кальция и порошков в металл.

90. В чем сущность обработки металла синтетическими шлаками?

91. Расскажите о комплексных технологиях внепечной обработки чугуна и стали.

92. Какие перспективы применения промежуточного ковша в металлургии?

93. В чем сущность технологии электромагнитного перемешивания стали в промежуточном ковше?

94. Перечислите цели и задачи электромагнитного воздействия на металл в промежуточном ковше.

95. Каким способом осуществляется подогрев металла в промежуточном ковше?

96. Какие способы продувки металла в ковше существуют в современных металлургических производствах?

97. Перечислите цели и задачи применения пульсирующей продувки металла инертным газом в ковше.

98. Расскажите, как используется физическое моделирование для изучения процессов пульсирующей продувки металла в ковше?

6.6 Примерная тематика курсовых работ

Курсовые работы не предусмотрены.

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Рекомендованная литература

Основная литература

1. Бигеев В. А. Основы металлургического производства : учебник для вузов / В. А. Бигеев, К. Н. Вдовин, В. М. Колокольников [и др.]; под общей редакцией В. М. Колокольцева. – 4-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2023. – 616 с. – URL : <https://reader.lanbook.com/book/267362?demoKey=4dbc7a1fa24b724d64fb298598b00799#2>. (дата обращения: 25.08.2024). – Текст : электронный.

2. Клим, О. Н. Основы металлургического производства : учебное пособие для среднего профессионального образования / О. Н. Клим. – Москва : Издательство Юрайт, 2023. – 168 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-13295-3. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/519357>. (дата обращения: 25.08.2024). – Текст : электронный.

3. Куберский, С. В. Физическое моделирование поведения жидкой ванны промежуточного ковша МНЛЗ в условиях электромагнитных воздействий / С. В. Куберский, О. В. Федотов, С. Р. Завгородний, Д. В. Красюк // Сборник тезисов докладов VI международной научно-технической конференции. Алчевск, 2021. – С. 93-96. – URL : <https://elibrary.ru/item.asp?id=47466737>. (дата обращения: 25.08.2024). – Текст : электронный.

4. Куберский, С. В. Усовершенствование физической модели пульсирующей продувки расплава в сталеразливочном ковше / С. В. Куберский, Р. В. Крестин // Сборник тезисов докладов VII научно-технической конференции с международным участием. Алчевск, 2023. – С. 199-202. – URL : <https://elibrary.ru/item.asp?id=57629403>. (дата обращения: 25.08.2024). – Текст : электронный.

Дополнительная литература

1. Баптизманский, В. И. Внепечная обработка стали: учеб. пособие для студ. спец. "Металлургия черных металлов" [текст] / В.И. Баптизманский, А.Г. Величко, Е.И. Исаев. – К.: УМК ВО, – 1988. – 52 с. – URL : <https://search.rsl.ru/ru/record/01001463751>. (дата обращения: 25.08.2024). – Текст : электронный.

2. Внепечная обработка – эффективный путь повышения качества металла: сборник науч.-техн. статей из журнала «Сталь» / Сост. В.А. Кудрин. – М.: Металлургия, – 1987. – 112 с. – URL :

https://rusneb.ru/catalog/000200_000018_rc_462609/. (дата обращения: 25.08.2024). – Текст : электронный.

3. Внепечное рафинирование чугуна и стали / [И. И. Борнацкий и др.]. – К.: Техніка, – 1979. – 168 с. – URL : <https://search.rsl.ru/ru/record/01007700824>. (дата обращения: 25.08.2024). – Текст : электронный.

4. Внепечные способы улучшения качества стали / Н. М. Чуйко и др. – К.: Техніка, – 1978. – 128 с. – URL : <https://search.rsl.ru/ru/record/01007630488>. (дата обращения: 25.08.2024). – Текст : электронный.

6. Соколов, Г. А. Внепечное рафинирование стали [текст] / Г.А. Соколов. – М.: Металлургия, – 1977. – 207 с. – URL : <https://search.rsl.ru/ru/record/01007697234>. (дата обращения: 25.08.2024). – Текст : электронный.

7. Куберский, С. В. Кондукционный электромагнитный перемешиватель для стальной / С. В. Куберский, С. Б. Эссельбах // Черные металлы, 2012. – № 8. – С. 17-22. – URL : <https://elibrary.ru/item.asp?id=17894020>. (дата обращения: 25.08.2024). – Текст : электронный.

8. Зборщик, А. М. Эффективность использования флюидизированной извести для десульфурации чугуна в 300-т заливочных ковшах / А. М. Зборщик, С. В. Куберский, Г. Я. Довгалюк, К. В. Винник, К. Н. Шарандин / Известия высших учебных заведений. Черная металлургия? 2011. – № 3. – С. 20-23. – URL : <https://elibrary.ru/item.asp?id=19110807>. (дата обращения: 25.08.2024). – Текст : электронный.

9. Зборщик, А. М. Эффективность современных технологий внедоменной десульфурации чугуна / А. М. Зборщик, С. В. Куберский, К. В. Писмарев, В. В. Акулов, М. Ю. Проценко / Известия высших учебных заведений. Черная металлургия, 2009. – № 11. – С. 10-12. – URL : <https://elibrary.ru/item.asp?id=19120260>. (дата обращения: 25.08.2024). – Текст : электронный.

10. Смирнов, А. Н. Развитие функциональных и технологических возможностей промежуточных ковшей современных МНЛЗ / А. Н. Смирнов, С. В. Куберский, М. Ю. Проценко, Ю. Ю. Кулиш // Черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации, 2016. – № 6 (1398). – С. 42-49. – URL : <https://elibrary.ru/item.asp?id=26342399>. (дата обращения: 25.08.2024). – Текст : электронный.

11. Куберский, С. В. Расширение функциональных возможностей промежуточного ковша МНЛЗ для условий металлургических микро-заводов / Сборник научных трудов Донбасского государственного технического университета, 2017. – № 6 (49). – С. 57-65. – URL : <https://elibrary.ru/item.asp?id=30725666>. (дата обращения: 25.08.2024). – Текст : электронный.

12. Куберский, С. В. Моделирование пульсирующего режима продувки расплава в сталеразливочном ковше / С. В. Куберский, С. В. Ткаченко, С. А. Фистик // Сборник докладов IV международной научно-практической конференции молодых ученых и студентов. Отв. ред. Кочура В. В., 2018. – С.

48-51. – URL : <https://elibrary.ru/item.asp?id=39147649>. (дата обращения: 25.08.2024). – Текст : электронный.

13. Куберский, С. В. Исследование массообменных процессов при пульсирующей подаче инертного газа в жидкий расплав сталеразливочного ковша / С. В. Куберский, А. Н. Романчук, Я. А. Романчук, О. В. Стоцкая // Сборник материалов V международной научно-технической конференции. Алчевск, 2020. – С. 121-123. – URL : <https://elibrary.ru/item.asp?id=44797229>. (дата обращения: 25.08.2024). – Текст : электронный.

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

1. Научная библиотека ДонГТУ: официальный сайт.— Алчевск. — URL: library.dstu.education.— 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 7.

Таблица 7 – Материально-техническое обеспечение

Наименование оборудованных учебных кабинетов	Адрес (местоположение) учебных кабинетов
Специальные помещения: <i>Учебно-исследовательская лаборатория металлургии чугуна и стали, площадь 134,1 м². Электропечь индукционная для выплавки металла.</i> <i>Учебно-исследовательская лаборатория электрометаллургии, площадь 53,4 м². Электропечь индукционная вакуумная. Прибор для определения газопроницаемости. Компьютер AMDK-6.</i> <i>Аудитории для проведения практических занятий, площадь 29,68 м². Доска аудиторная; парты и посадочные места по количеству обучающихся. Компьютер CELERON. Звуковые колонки</i> <i>Аудитории для проведения практических занятий, площадь 47,9 м². Доска аудиторная; парты и посадочные места по количеству обучающихся; компьютер Intel Pentium; звуковые колонки; мультимедийный проектор EPSON; демонстрационный экран</i>	<i>ауд. <u>117</u> корп. <u>лабораторный</u></i> <i>ауд. <u>124</u> корп. <u>лабораторный</u></i> <i>ауд. <u>207</u> корп. <u>лабораторный</u></i> <i>ауд. <u>313</u> корп. <u>лабораторный</u></i>

Лист согласования РПД

Разработал

ст. преп. кафедры
металлургических технологий
(должность)



(подпись)

О. В. Федотов
(Ф.И.О.)

(должность)

(подпись)

(Ф.И.О.)

(должность)

(подпись)

(Ф.И.О.)

И.о. заведующего кафедрой



(подпись)

Н. Г. Митичкина
(Ф.И.О.)

Протокол №1 заседания кафедры
металлургических технологий

от 30.08.2024 г.

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



(подпись)

О. В. Князьков
(Ф.И.О.)

Согласовано

Председатель методической
комиссии по направлению подготовки
22.03.02 Metallurgy
(металлургия черных
металлов)



(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	