



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИММиМ
А.С. Савинов
09.02.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ТЕОРИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА СТАЛИ

Направление подготовки (специальность)
22.04.02 Metallurgy

Направленность (профиль/специализация) программы
Искусственный интеллект в металлургии

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения
очная

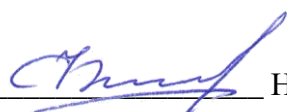
| | |
|---------------------|---|
| Институт/ факультет | Институт металлургии, машиностроения и материаловедения |
| Кафедра | Литейных процессов и материаловедения |
| Курс | 1 |
| Семестр | 1 |

Магнитогорск
2023 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 22.04.02 Metallургия (приказ Минобрнауки России от 24.04.2018 г. № 308)

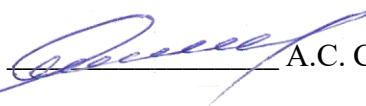
Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

08.02.2023, протокол № 6

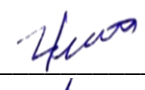
Зав. кафедрой  Н.А. Феоктистов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ

09.02.2023 г. протокол № 5

Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:

профессор кафедры ЛПИМ, докт. техн. наук  В.П. Чернов

Рецензент:

зав. кафедрой ПЭиБЖД, канд. техн. наук  А.Ю. Перятинский

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Н.А. Феоктистов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Н.А. Феоктистов

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Глобальной целью преподавания и изучения дисциплины является создание у студента системы знаний и понятий по основам производства стали, особенностях протекания физико-химических превращений в различных металлургических агрегатах, а также ознакомление с современными и перспективными технологическими способами производства стали.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Теория и технология процессов производства стали входит в часть учебного плана, формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

нет

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины, будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Модифицирование поверхностей

Производственная практика, научно-исследовательская работа

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Теория и технология процессов производства стали» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции |
|--|---|
| ПК-1 Способен управлять реальными технологическими процессами и оборудованием для получения сплавов | |
| ПК-1.1 | Знает: как решать профессиональные задачи по разработке технологических процессов и подбору оборудования, используя цифровые технологии; как решать профессиональные задачи по разработке планов и методических программ проведения исследований и разработок |
| ПК-1.2 | Умеет: осуществлять сбор и изучение научно-технической информации передовых достижений по теме исследований и разработок |
| ПК-1.3 | Имеет практический опыт: оценивать результаты теоретического обобщения научных и практических данных, результатов экспериментов и наблюдений, производственного опыта |
| ПК-2 Способен проводить анализ технологических и физических процессов различных способов литья сплавов для выбора путей, мер и средств управления качеством продукции с разработкой предложений по совершенствованию технологических процессов | |
| ПК-2.1 | Знает: как проводить анализ технологических и физических процессов различных способов литья сплавов с учетом современных методов исследования и применением цифровых технологий |
| ПК-2.2 | Умеет: выбирать пути, меры и средства управления качеством продукции с учетом современных достижений; науки и практики |
| ПК-2.3 | Имеет практический опыт: разрабатывать предложения по совершенствованию технологических процессов с учетом практических достижений |

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 32 акад. часов;
- аудиторная – 32 акад. часов;
- внеаудиторная – 0 акад. часов;
- самостоятельная работа – 76 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

Форма аттестации - зачет

| Раздел/ тема дисциплины | Семестр | Аудиторная контактная работа (в акад. часах) | | | Самостоятельная работа студента | Вид самостоятельной работы | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код компетенции |
|--|---------|--|-----------|-------------|---------------------------------|-----------------------------|---|--|
| | | Лек. | лаб. зан. | практ. зан. | | | | |
| 1. Теория процессов производства стали | | | | | | | | |
| 1.1 Свойства жидких сплавов железа. Форма существования элементов в расплавах железа. Физические свойства расплавов железа. Химическая активность примесей в жидком железе | 1 | 2 | | | 12 | Изучение учебной литературы | устный опрос | ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3 |
| 1.2 Шлаки сталеплавильных процессов. Состав шлаков и основные диаграммы состояния шлаковых систем. Строение расплавленных шлаков. Определение активностей компонентов шлака. Химические свойства шлаков. Физические | 1 | 2 | | | 12 | Изучение учебной литературы | устный опрос | ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3 |
| 1.3 Окислительные процессы в сталеплавильной ванне. Окислительные условия выплавки стали. Окисление углерода. Удаление фосфора. Окисление и восстановление кремния. Окисление и восстановление марганца. Окисление и восстановление хрома. | 1 | 2 | | 6 | 14 | Изучение учебной литературы | устный опрос | ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3 |

| | | | | | | | | |
|--|---|----|--|----|----|-----------------------------|--------------|--|
| 1.4 Десульфурация металла. Раскисление стали. Взаимодействие раскислителей с кислородом. Образование продуктов раскисления. Удаление продуктов раскисления. Диффузионное раскисление шлаком. Оксидные неметаллические включения в стали. | | 2 | | | 12 | Изучение учебной литературы | устный опрос | ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3 |
| 1.5 Водород в стали. Азот в стали. Раскисление в вакууме. Удаление неметаллических включений в вакууме. Процессы дегазации и удаления цветных металлов. Взаимодействие металлического расплава с футеровкой. | | 2 | | 10 | 14 | Изучение учебной литературы | устный опрос | ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3 |
| Итого по разделу | | 10 | | | 16 | 64 | | |
| 2. Технология производства стали | | | | | | | | |
| 2.1 Шихтовые материалы. Общие положения технологии. | | 2 | | | 12 | Изучение учебной литературы | устный опрос | ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3 |
| 2.2 Технология и оборудование плавки стали в дуговых сталеплавильных печах | 1 | 2 | | | | Изучение учебной литературы | устный опрос | ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3 |
| 2.3 Внепечная обработка стали | | 2 | | | | Изучение учебной литературы | устный опрос | ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3 |
| Итого по разделу | | 6 | | | 12 | | | |
| Итого за семестр | | 16 | | 16 | 76 | | зачёт | |
| Итого по дисциплине | | 16 | | 16 | 76 | | зачет | |

5 Образовательные технологии

Лекции проходят в традиционной форме:

- информационная лекция;
- лекция консультация;
- проблемная лекция.

Теоретический материал на проблемных лекциях является результатом усвоения полученной информации посредством постановки проблемного вопроса и поиска путей его решения. На лекциях – консультациях изложение нового материала сопровождается постановкой вопросов и дискуссией в поисках ответов на эти вопросы.

Также при использовании традиционной образовательной технологии проводятся практические занятия, при проведении которых используются работа в команде и обсуждение полученных результатов.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Рошин, В. Е. Электрометаллургия и металлургия стали [Текст] учебник для вузов по направлению 150400.68 - "Металлургия" В. Е. Рошин, А. В. Рошин ; Юж.-Урал. гос. ун-т ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2013. - 571, [1] с. ил. электрон. версия
2. Основы металлургического производства. [Электронный ресурс] : учеб. / В.А. Бигеев [и др.]. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2017. — 616 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/90165> — Загл. с экрана.

б) Дополнительная литература:

1. Бигеев, А. М. Металлургия стали: Теория и технология плавки стали Учеб. для вузов по специальности "Металлургия черных металлов" А. М. Бигеев, В. А. Бигеев. - 3-е изд., перераб. и доп. - Магнитогорск: МГТУ, 2000. - 542,[1] с. ил.

в) Методические указания:

1. Методические пособия для самостоятельной работы студента
1. Гамов, П. А. Внепечная обработка и непрерывная заливка стали : решение практических задач [Текст] : учеб. пособие по направлениям 22.03.02 и 22.04.02 "Металлургия" / П. А. Гамов, С. В. Зырянов, С. П. Салихов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Пирометаллург. процессы ; ЮУрГУ Челябинск , 2018
http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000558914

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

| Наименование ПО | № договора | Срок действия лицензии |
|-----------------|---------------------------|------------------------|
| 7Zip | свободно распространяемое | бессрочно |
| FAR Manager | свободно распространяемое | бессрочно |
| Браузер Yandex | свободно распространяемое | бессрочно |

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

| Название курса | Ссылка |
|--|---|
| Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) | URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp |
| Поисковая система Академия Google (Google Scholar) | URL: https://scholar.google.ru/ |
| Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам | URL: http://window.edu.ru/ |
| Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности» | URL: http://www1.fips.ru/ |
| Российская Государственная библиотека. Каталоги | https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/ |

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа оснащена:
 - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации;
 - специализированной мебелью.
2. Учебная аудитория для проведения практических занятий оснащена:
 - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации;
 - специализированной мебелью.
3. Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащена:
 - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
 - специализированной мебелью.
4. Помещение для самостоятельной работы оснащено:
 - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
 - специализированной мебелью.
5. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования оснащено:
 - специализированной мебелью: стеллажами для хранения учебного оборудования; станочный парк оборудования и инструменты для профилактического обслуживания и ремонта учебного оборудования; помещение для хранения учебного оборудования;
 - шкафами для хранения учебно-методической документации и материалов.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Вопросы для проведения устного опроса обучающихся:

Блок вопросов 1

1. Что такое сталь? Дайте определение.
2. Приведите классификацию углеродистых сталей.
3. Перечислите специальные свойства легированных сталей.
4. Термическая обработка стальных отливок. Виды и назначение.

Блок вопросов 8

1. Какие шихтовые материалы используют для выплавки сталей?
2. Приведите классификацию плавильных печей.
3. Особенности плавки сталей в ДСП кислым процессом методом переплава.
4. Рафинирование сталей. Методы рафинирования.

Блок вопросов 9

1. Структурно-чувствительные свойства расплавов.
2. Структурные зоны в отливках.
3. Влияние химсостава сталей на характер кристаллизации.
4. Модифицирование структуры стали в отливках.

Блок вопросов 10

1. Эндогенные газовые включения.
2. Источники газов в стали.
3. Меры по предотвращению образования газовых дефектов эндогенного характера в стальных отливках.
4. Экзогенные газовые дефекты в стальных отливках. Причины их образования.

Блок вопросов 11

1. Виды неметаллических включений в стальных отливках.
2. Источники неметаллических включений в отливках.
3. Экзогенные неметаллические включения, их источники.
4. Меры по предотвращению образования экзогенных включений.

Блок вопросов 12

1. Жидкотекучесть и заполняемость литейной формы.
2. Усадка стали. Виды усадки.
3. Литейные напряжения в стальных отливках. Виды напряжений.
4. Горячие трещины. Причины их образования.

Блок вопросов 13

1. Виды прибылей, их классификация.
2. Элементы литниковой системы. их назначение.
3. Требования, предъявляемые к литниковым системам.
4. Классификация литниковых систем.

Вопросы для рейтинг-контроля № 2:

1. Шихта для выплавки стали.
2. Основные шихтовые материалы.
3. Вспомогательные шихтовые материалы.
4. Выплавка стали в дуговых печах.
5. Выплавка стали в индукционных печах.
6. Плавка стали основным и кислым процессами.
7. Термическая обработка сталей. Виды режимов.
8. Суть закалки стального литья.
9. Суть отпуска стальных отливок.
10. Суть нормализации стального литья.

Вопросы для рейтинг-контроля № 3:

1. Теории строения жидких расплавов.
2. Структурно-чувствительные свойства сталей.
3. Определение механических свойств сталей.
4. Кристаллизация стали.
5. Первичная кристаллизация стали.
6. Вторичная кристаллизация стали.
7. Эндогенные неметаллические включения.
8. Экзогенные неметаллические включения.
9. Усадочные процессы в стальных отливках.
10. Напряжения в стальных отливках.

В ходе обучения предполагается проведение следующих практических занятий по усмотрению преподавателя из следующего перечня:

1. Расчет процессов раскисления, легирования и рафинирования стали.
2. Технология окислительных процессов. Шлакообразование и рафинирование металла шлаком. Интенсификация плавления лома в дуговых печах.
3. Подготовка расплава к разливке. Оборудование и технологии.

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|--|---|---|
| ПК-2: Способен проводить анализ технологических и физических процессов при непрерывной разливке стали для выбора путей, мер и средств управления качеством продукции с разработкой предложений по совершенствованию технологических процессов | | |
| ПК-2.1: | Знает: как проводить анализ технологических и физических процессов при непрерывной разливке стали с учетом современных методов исследования и применением цифровых технологий | <p style="text-align: center;">Вопросы, входящие в перечень для сдачи зачета:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Что такое сталь? Дайте определение. 2. Приведите классификацию углеродистых сталей. 3. Перечислите специальные свойства легированных сталей. 4. Термическая обработка стальных отливок. Виды и назначение. 5. Какие шихтовые материалы используют для выплавки сталей? 6. Приведите классификацию плавильных печей. 7. Особенности плавки сталей в ДСП кислым процессом методом переплава. 8. Рафинирование сталей. Методы рафинирования. 9. Структурно-чувствительные свойства расплавов. 10. Структурные зоны в отливках. 11. Влияние химсостава сталей на характер кристаллизации. 12. Модифицирование структуры стали в отливках. 13. Эндогенные газовые включения. 14. Источники газов в стали. |
| ПК-2.2: | Умеет: выбирать пути, меры и средства управления качеством продукции с учетом современных достижений; науки и практики | <p style="text-align: center;">Пример практического задания</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Выбрать плавильный агрегат и рассчитать шихту для выплавки стали марки 25Л. (Футеровка основная, способ выплавки - с окислением); |
| ПК-2.3: | Имеет практический опыт: разрабатывать предложения по совершенствованию технологических процессов с учетом практических достижений | <p style="text-align: center;">Пример практического задания на зачет:</p> <p>Преподаватель выдаёт обучающимся фотографии микроструктуры стали.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Определить тип и марку стали, ориентируясь на ГОСТ 2. Описать структуру стали. |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|--|--|--|
| | | 3. Охарактеризовать структурные составляющие и фазы, обнаруженные в микроструктуре. |
| ПК-1: Способен управлять реальными технологическими процессами и оборудованием для плавления стали, её внепечной обработки и непрерывной разливке | | |
| ПК-1.1: | Знает: как решать профессиональные задачи по разработке технологических процессов и подбору оборудования, используя цифровые технологии; как решать профессиональные задачи по разработке методик проведения экспертиз металлов и металлоизделий; как решать профессиональные задачи по разработке планов и методических программ проведения исследований и разработок | <p style="text-align: center;">Вопросы, входящие в перечень для сдачи зачета:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Меры по предотвращению образования газовых дефектов эндогенного характера в стальных отливках. 2. Экзогенные газовые дефекты в стальных отливках. Причины их образования. 3. Виды неметаллических включений в стальных отливках. 4. Источники неметаллических включений в отливках. 5. Экзогенные неметаллические включения, их источники. 6. Меры по предотвращению образования экзогенных включений. 7. Жидкотекучесть и заполняемость литейной формы. 8. Усадка стали. Виды усадки. 9. Литейные напряжения в стальных отливках. Виды напряжений. 10. Горячие трещины. Причины их образования. 11. Виды прибылей, их классификация. 12. Методы расчёта прибылей. 13. Элементы литниковой системы. их назначение. 14. Требования, предъявляемые к литниковым системам. 15. Классификация литниковых систем. |
| ПК-1.2: | Умеет: осуществлять сбор и изучение научно-технической информации передовых достижений по теме исследований и разработок | <p style="text-align: center;">Примерные перечень тем для выполнения курсового проекта</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Выбрать плавильный агрегат и рассчитать шихту для выплавки стали марки 25Л. (Футеровка основная, способ выплавки - с окислением); |
| ПК-1.3: | Имеет практический опыт: оценивать результаты теоретического обобщения | <p style="text-align: center;">Пример из профессиональной области:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Преподаватель выдаёт марку стали. |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|---------------------------------|--|---|
| | научных и практических данных, результатов экспериментов и наблюдений, производственного опыта | <ol style="list-style-type: none"> 2. Выбрать плавильный агрегат. 3. Подобрать состав шихтовых материалов. 4. Рассчитать шихту для выплавки заданной марки стали. 5. Описать технологию выплавки. |

Критерии оценки аттестации в форме зачета (в соответствии с формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения):

для получения:

- «зачтено» - обучающийся показывает пороговый уровень сформированности компетенций, т.е.

знает:

- классификацию и свойства сталей;
- основные понятия о свойствах и области применения.

умеет:

- анализировать имеющуюся информацию по свойствам и технологическим процессам;
- Оценивать возможность применения материалов и технологий в зависимости от условий эксплуатации

владеет:

- способами демонстрации умения анализировать ситуацию;
- навыками использования полученных знаний для поиска необходимых материалов и технологий.
- «не зачтено» - обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.