



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

20.02.2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***КОВШЕВАЯ ОБРАБОТКА СТАЛИ***

Направление подготовки (специальность)  
22.03.02 Metallurgy

Направленность (профиль/специализация) программы  
Metallurgy of black metals

Уровень высшего образования - бакалавриат  
Программа подготовки - академический бакалавриат

Форма обучения  
заочная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материаловедения
Кафедра	Металлургии и химических технологий
Курс	4

Магнитогорск  
2019 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.02 Металлургия (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 04.12.2015 г. № 1427)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

18.02.2020, протокол № 6

Зав. кафедрой  А.С. Харченко

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ

20.02.2020 г. протокол № 5

Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:

Доц. каф. МиХТ, к.т.н.,

 М.В. Потапова

Рецензент:

Директор ООО «Шлаксервис», к.т.н.,

 А.Б. Великий

**Лист актуализации рабочей программы**

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2020 - 2021 учебном году на заседании кафедры **Металлургии и химических технологий**

Протокол от 31.08.2020 г. № 1  
Зав. кафедрой А.С. Харченко

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры **Металлургии и химических технологий**

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.С. Харченко

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры **Металлургии и химических технологий**

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.С. Харченко

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры **Металлургии и химических технологий**

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.С. Харченко

### 1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины «Ковшевая обработка стали» являются получение знаний по основам теории и практики технологии ковшевой обработки стали, формирование у обучающихся навыков для решения конкретных задач управления технологическими процессами в сталеплавильных цехах, рациональной эксплуатации агрегатов, применению различных способов ковшевой обработки и доводки стали, повышения эффективности существующих и разработки новых технологических процессов, развитие у обучающихся личностных качеств и формирование у них профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

### 2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Ковшевая обработка стали входит в вариативную часть учебного плана образовательной программы.

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

Физическая химия

Основы металлургического производства

Физическая химия пирометаллургических процессов

Моделирование процессов и объектов в металлургии

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

Конструкции и проектирование сталеплавильных цехов

Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы

Разливка и кристаллизация стали

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Ковшевая обработка стали» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ПК-1 способностью к анализу и синтезу	
Знать	основные задачи ковшевой обработки стали, конструктивные особенности оборудования агрегатов, основные технологические операции, физико-химические и тепловые процессы ковшевой обработки стали, состояние и развитие современных технологий и конструкций агрегатов ковшевой обработки
Уметь	применять полученные знания в профессиональной деятельности, использовать их на междисциплинарном уровне, приобретать знания в области ковшевой обработки стали
Владеть	основными методами решения технических задач ковшевой обработки стали на различных агрегатах, современной терминологией сталеплавильного производства, средствами совершенствования профессиональных знаний и умений
ПК-2 способностью выбирать методы исследования, планировать и проводить необходимые эксперименты, интерпретировать результаты и делать выводы	
Знать	основные определения и понятия теории планирования и организации физического эксперимента

Уметь	приобретать знания в области планирования и организации физического эксперимента и статистической обработки его результатов; формулировать цели и задачи экспериментальных исследований структуры и свойств наноматериалов
Владеть	профессиональным языком предметной области знания; математическим аппаратом теории планирования и организации физического эксперимента и статистической обработки его результатов

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц 72 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 6,4 акад. часов;
- аудиторная – 6 акад. часов;
- внеаудиторная – 0,4 акад. часов
- самостоятельная работа – 61,7 акад. часов;

Форма аттестации - зачет с оценкой

Раздел/ тема дисциплины	Курс	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.				
Содержание курса								
1 Роль и значение ковшевой обработки в решении основных задач производства стали. Задачи дисциплины. Современное состояние и пути развития ковшевой обработки стали	4	0,5	0,5	0,5	15	Подготовка к лекционным занятиям	Входной контроль	ПК-1 - зув, ПК-2 - зув
2 Ковшевая обработка стали нейтральными газами. Термодинамика и кинетика рафинирования металла, параметры продувки. Физико-химические и тепловые процессы. Техничко-экономические показатели. Качество металла		0,5	0,5	0,5	15	Подготовка к лекционным и практическим занятиям	Тестирование работы на имитаторе-тренажере	ПК-1 - зув, ПК-2 - зув
3 Вакуумирование стали. Растворимость газов в стали. Дегазация металла при вакуумировании. Получение стали с особонизким содержанием углерода. Способы вакуумной обработки. Технология вакуумирования стали. Достигаемые результаты		0,5	0,5	0,5	15	Подготовка к лекционным и практическим занятиям	Тестирование работы на имитаторе-тренажере	ПК-1 - зув, ПК-2 - зув
4 Ковшевая обработка стали жидким синтетическим шлаком, твердыми шлакообразующими смесями. Особенности технологии обработки металла. Достигаемые результаты		0,5	0,5	0,5	16,7	Подготовка к лекционным и практическим занятиям	Тестирование работы на имитаторе-тренажере Контрольная работа	ПК-1 - зув, ПК-2 - зув
Итого по дисциплине		2	2	2	61,7		зачет с оценкой	

## 5 Образовательные технологии

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных и информационных технологий в преподавании дисциплины «Ковшевая обработка стали» используются традиционная и модульно-компетентностная технологии.

Лекционный материал закрепляется при проведении практических занятий, на которых выполняются групповые или индивидуальные задания по пройденной теме. При проведении занятий используется метод контекстного обучения, который позволяет усвоить материал путем выявления связей между конкретным знанием и его применением. На практических занятиях используются компьютерные имитаторы – тренажеры: «Сталевар агрегата доводки стали», «Сталевар агрегата ковш-печь ККЦ ПАО «ММК»» и «Сталевар агрегата ковш-печь ЭСПЦ ПАО «ММК»».

## 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. Колесников, Ю. А. Металлургические технологии в высокопроизводительном конвертерном цехе : учебное пособие / Ю. А. Колесников, Б. А. Буданов, А. М. Столяров ; под ред. В. А. Бигеева; МГТУ. - [2-е изд., подгот. по печ. изд. 2015 г.]. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=2674.pdf&show=dcatalogues/1/1131421/2674.pdf&view=true>

2. Основы металлургического производства [Электронный ресурс] : учебник / В.А. Бигеев [и др.]. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 616 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/90165> .

### б) Дополнительная литература:

1. Лузгин, В.П. Металлургия стали: Внепечная обработка стали : учебное пособие / В.П. Лузгин, С.В. Казаков. — Москва : МИСИС, 2003. — 47 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/117007>

2. Бигеев, В. А. Металлургические технологии в высокопроизводительном электро-сталеплавильном цехе : учебное пособие / В. А. Бигеев, А. М. Столяров, А. Х. Валихметов ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=2662.pdf&show=dcatalogues/1/1131349/2662.pdf&view=true>

### в) Методические указания:

Буданов Б.А., Колесников Ю.А. Агрегат доводки стали / Методические указания для выполнения лабораторных работ по дисциплинам: «Ковшевая обработка стали» и «Теория и технология производства стали». Магнитогорск: МГТУ, 2016. 26 с.

**г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

**Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional (для классов)	Д-757-17 от 27.06.2017	27.07.2018
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
FAR Manager	Свободное распределение	бессрочно

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>

**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;
  - инструментами для ремонта учебного оборудования;
  - шкафами для хранения учебно-методической документации и материалов.

### Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Ковшевая обработка стали» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает решение контрольных задач на практических занятиях.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся осуществляется в виде изучения литературы по соответствующему разделу с проработкой материала.

Вопросы для входного контроля:

1. Растворимость кислорода в стали.
2. Растворимость водорода в стали.
3. Растворимость азота в стали.
4. Порционный способ вакуумирования стали.
5. Циркуляционный способ вакуумирования стали.
6. Камерный способ вакуумирования стали.
7. Способы продувки стали в ковше инертным газом.
8. Технология введения в сталь порошковых материалов.
9. Технология ковшевой обработки стали твердой шлакообразующей смесью.
10. Технология ковшевой обработки стали жидким синтетическим шлаком.

Примерная контрольная работа:

Вариант №1

1. Порционный способ вакуумирования стали.
2. Циркуляционный способ вакуумирования стали.
3. Камерный способ вакуумирования стали.
4. Определить содержание серы в металле и степень его десульфурации после обработки в сталеразливочном ковше известью в количестве 1,2 % от массы металла, если перед обработкой содержание серы равнялось 0,020 %, в процессе выпуска металла из кислородного конвертера вместимостью 300 т в ковш попало 2 т шлака. Недостающие данные принять самостоятельно

**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-1 способностью к анализу и синтезу		
Знать	основные задачи ковшевой обработки стали, конструктивные особенности оборудования агрегатов, основные технологические операции, физико-химические и тепловые процессы ковшевой обработки стали, состояние и развитие современных технологий и конструкций агрегатов ковшевой обработки	Контрольные вопросы для проведения текущего контроля и итоговой аттестации в форме зачета с оценкой 1. Растворимость кислорода в стали. 2. Растворимость водорода в стали. 3. Растворимость азота в стали. 4. Порционный способ вакуумирования стали. 5. Циркуляционный способ вакуумирования стали. 6. Камерный способ вакуумирования стали. 7. Способы продувки стали в ковше инертным газом. 8. Технология введения в сталь порошковых материалов. 9. Технология ковшевой обработки стали твердой шлакообразующей смесью. 10. Технология ковшевой обработки стали жидким синтетическим шлаком.
Уметь	применять полученные знания в профессиональной деятельности, использовать их на междисциплинарном уровне, приобретать знания в области ковшевой обработки стали	Практические занятия на имитаторе-тренажере «Сталеваг агрегата доводки стали».

Владеть	основными методами решения технических задач ковшевой обработки стали на различных агрегатах, современной терминологией сталеплавильного производства, средствами совершенствования профессиональных знаний и умений	<p>Примеры контрольных задач:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Определить расход ферромарганца в сталеразливочный ковш при выпуске металла из кислородного конвертера вместимостью 250 т для получения в стали марки Ст.Зсп содержания марганца 0,55 %, если в полупродукте перед выпуском содержалось 0,11 % углерода и 0,05 % марганца. Недостающие данные принять самостоятельно.</li> <li>2. Рассчитать, каким был угар кремния при раскислении и легировании стали марки 16ГС ферросилицием ФС65 в сталеразливочном ковше вместимостью 160 т, если при расходе ферросилиция 1,9 т содержание кремния в готовой стали составило 0,61%.</li> <li>3. Определить содержание серы в металле и степень его десульфурации после обработки в сталеразливочном ковше известью в количестве 1,2 % от массы металла, если перед обработкой содержание серы равнялось 0,020 %, в процессе выпуска металла из кислородного конвертера вместимостью 300 т в ковш попало 2 т шлака. Недостающие данные принять самостоятельно.</li> </ol>
ПК-2 способностью выбирать методы исследования, планировать и проводить необходимые эксперименты, интерпретировать результаты и делать выводы		
Знать	основные определения и понятия теории планирования и организации физического эксперимента	<p>Контрольные вопросы для проведения текущего контроля и итоговой аттестации в форме зачета с оценкой</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>11. Оборудование агрегата «ковш-печь».</li> <li>12. Технология обработки стали на агрегате «ковш-печь».</li> <li>13. Устройство и принцип работы вакууматора ДН.</li> <li>14. Устройство и принцип работы вакууматора РН.</li> <li>15. Устройство агрегата доводки стали.</li> <li>16. Технология ковшевой обработки стали на АДС.</li> <li>17. Особенности ковшевой обработки особонизкоуглеродистой стали.</li> <li>18. Особенности ковшевой обработки особонизкосернистой трубной стали.</li> <li>19. Способы ковшевой обработки стали, решаемые задачи.</li> <li>20. Технология ковшевой обработки стали в процессе выпуска из кислородного конвертера.</li> <li>21. Технология ковшевой обработки стали в процессе выпуска из современной дуговой сталеплавильной печи.</li> </ol>
Уметь	приобретать знания в области планирования и организации физического эксперимента и	Практические занятия на имитаторе-тренажере «Сталевар агрегата «ковш-печь» ЭСПЦ ПАО «ММК»».

	статистической обработки его результатов; формулировать цели и задачи экспериментальных исследований структуры и свойств наноматериалов	
Владеть	профессиональным языком предметной области знания; математическим аппаратом теории планирования и организации физического эксперимента и статистической обработки его результатов	<p>Примеры контрольных задач:</p> <p>4. Определить расход нейтрального газа – аргона, вдуваемого в металл, выплавленный в кислородном конвертере и находящийся в сталеразливочном ковше, для снижения содержания водорода с 6 до 1,5 ppm.</p> <p>5. Определить остаточное содержание растворенного водорода в стали марки 30ХН3А, если давление в газовой фазе камеры циркуляционного вакууматора составляет 0,8 мм рт. ст. Недостающие данные принять самостоятельно.</p> <p>6. Определить расход извести при наведении «белого» шлака на агрегате «ковш-печь» для проведения десульфурации металла массой 370 т, в котором до обработки содержалось 0,012 % серы, а после нее – 0,005 %; масса шлака в ковше до обработки равна 6,5 т. Недостающие данные принять самостоятельно.</p>

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Ковшевая обработка стали» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета с оценкой.

*Показатели и критерии оценивания зачета с оценкой:*

– на оценку «отлично» (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности;

– на оценку «хорошо» (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации;

– на оценку «удовлетворительно» (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации;

– на оценку «неудовлетворительно» (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач;

– на оценку «неудовлетворительно» (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.