

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



**УТВЕРЖДАЮ:**

Первый проректор

(подпись)

А.А. Каракозов

31 марта 2023 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
Б1.В.04 «РАЗЛИВКА И ЗАТВЕРДЕВАНИЕ МЕТАЛЛОВ»**

(код и наименование дисциплины согласно учебному плану)

Направление подготовки: 22.03.02 Металлургия  
(код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность (профиль): «Электрометаллургия стали»  
(наименование профиля / магистерской программы / специализации)

Программа: бакалавриат  
(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Форма обучения: Очная, заочная  
(очная, заочная, очно-заочная)

Форма обучения:	Очная	Заочная
Семестр(ы)	5	6
Общая трудоёмкость в з.е./часах	5/180	5/180
Контактная работа (час.), в том числе:	70	14
лекции (час.)	34	4
лабораторные работы (час.)	-	-
практические (семинарские) занятия (час.)	34	4
Самостоятельная работа (час.), в том числе:	110	166
курсовой проект (работа) (семестр/час.)	-	-
Контроль (экзамен, час./зачёт)	Зачет	Зачет

Донецк, 2023г.

Рабочая программа дисциплины «Разливка и затвердевание металлов» составлена в соответствии с учебными планами по направлению подготовки 22.03.02 «Металлургия» (направленность (профиль) – «Электрометаллургия стали») для 2023 года приёма по очной и заочной формам обучения.

Составитель:

Доцент кафедры «Электрометаллургия»,

К.т.н., доцент

 Салмаш И.Н.  
(подпись)

Рабочая программа рассмотрена и принята на заседании кафедры «Электрометаллургия»,

Протокол от « 02 » марта 2023 года № 8.

И.о. заведующего кафедрой

  
(подпись)

Заика В.И.

(Ф.И.О.)

Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией ГОУВПО «ДОННТУ» по направлению подготовки 22.03.02 «Металлургия».

Протокол от « 29 » марта 2023 года № 2.

Председатель

  
(подпись)

Снитко С.А.

(Ф.И.О.)

Рабочая программа продлена для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры «Электрометаллургия» .

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_

Заведующий кафедрой

(подпись)

(Ф.И.О.)

Рабочая программа продлена для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры «Электрометаллургия» .

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_

Заведующий кафедрой

(подпись)

(Ф.И.О.)

## 1 ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина рассматривает вопросы: изучение основных закономерностей перехода металла из жидкого в твёрдое состояние.

Цель дисциплины - изучение студентами основных закономерностей перехода металлов из жидкого в твердое состояние. Ознакомление студентов с основными физико-химическими свойствами металлических расплавов. Изучение основных способов разливки стали, оборудования и особенностей кристаллизации. Развитие умения различать поверхностные и внутренние дефекты и определять их образование.

В результате освоения дисциплины студент должен:

**знать:** основные закономерности строения жидкого и твердого состояния металлов; понятия поверхностного натяжения, вязкости, удельной плотности, электропроводимости металлов; общие закономерности кристаллизации и особенности зарождения новых фаз; оборудование для разливки металла в изложницы (разливка сверху и сифонным способом); особенности кристаллизации металла в изложнице; развитие химической неоднородности металла при кристаллизации; особенности конструкций машин непрерывной разливки; особенности кристаллизации на МНЛЗ; структура металла в кристаллизаторе; причины образования дефектов литой структуры металла в изложнице; поверхностные и внутренние дефекты металла, литого на МНЛЗ;

**уметь:** самостоятельно осуществлять выбор способа разливки для различных марок стали; выполнять простейшие расчеты закономерностей кристаллизации и процессов ликвации в слитках и заготовках; анализировать виды поверхностных и внутренних дефектов и выявлять их причины; анализировать технико-экономические показатели различных способов разливки;

**владеть:** методиками разработки и управления проектом; методами оценки потребности в ресурсах и расчета эффективности проекта; основами составления плана проведения эксперимента и НИР; навыками проведения расчетов закономерности фазовых равновесий и кинетики превращений в многокомпонентных системах.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

- способен выявлять причины возможных нарушений технологии в производстве сталей и сплавов (ПК- 3).

## 2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 дисциплин (модулей) учебного плана.

Базируется на знаниях, умениях и навыках, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин: «Технология сталеплавленного производства», «Кристаллизация», «Физика», «Технология разливки стали», «Электротехника», «Информатика».

Знания, умения и навыки, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при выполнении курсового проекта по дисциплине «Разлив-

ка и затвердевание металла», изучении последующих дисциплин: «Внепечная обработка стали», «Конвертерное производство стали», «Производство стали и сплавов в электрических печах, прохождении учебной или производственной практики, прохождении государственной итоговой аттестации.

### 3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

Наименование темы (содержательных модулей)	Количество часов (очная/заочная форма)				
	Всего	В том числе			
		Лек- ции	Ла- бор.	Практ. (Се- мин.).	СР
Тема 1. Вступление. Цели и задачи курса. Структура и физико-химические свойства жидкой стали.	12/13	2/0	0/0	2/0	8/13
Тема 2. Гидродинамические процессы при разливке и затвердевании стали.	15/17	3/2	0/0	3/2	9/13
Тема 3. Теоретические основы кристаллизации металлических расплавов.	12/12	2/0	0/0	2/0	8/12
Тема 4. Кристаллизация и строение стального слитка	14/12	3/0	0/0	3/0	8/12
Тема 5. Особенности строения слитка спокойной, полуспокойной и кипящей стали.	15/17	3/2	0/0	3/2	9/13
Тема 6. Оборудование для разливки стали в изложницы и его подготовка.	14/13	3/0	0/0	3/0	8/13
Тема 7. Огнеупоры, необходимые для оборудования, при разливке стали в изложницы.	14/13	3/0	0/0	3/0	8/13
Тема 8. Технология разливки стали в изложницы сверху. Режим разливки.	15/13	3/0	0/0	3/0	9/13
Тема 9. Технология разливки стали в изложницы сифоном.	12/13	2/0	0/0	2/0	8/13
Тема 10. Процессы для производства крупных слитков улучшенного качества.	15/13	3/0	0/0	3/0	9/13
Тема 11. Качество стальных слитков.	15/13	3/0	0/0	3/0	9/13
Тема 12. Мероприятия по предупреждению и устранению дефектов слитка.	12/12	2/0	0/0	2/0	8/13
Тема 13. Техника безопасности. Техно-экономические показатели разливки стали в изложницы.	13/13	2/0	0/0	2/0	9/13
Контактная работа (дополнительная)	2/6	0/0	0/0	0/0	0/0
Курсовая работа (проект)	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
Итого по видам занятий	180/180	34/4	0/0	34/4	110/166
Контроль	0/0				
<b>ИТОГО:</b>	180/180				

### Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на формирование компетенции
<b>ПК-3</b>	Тема 1-13

### 3.2 Лекции

Тема 1. Вступление. Цели и задачи курса. Структура и физико-химические свойства жидкой стали.

Содержание темы 1: Жидкое состояние вещества. Взаимосвязь и взаимовлияние жидкого и твердого состояния. Строение и физические свойства разбавленных растворов на основе жидкого железа.

Литература к теме 1: [\[1, 2, 3\]](#).

Тема 2. Гидродинамические процессы при разливке и затвердевании стали.

Содержание темы 2: Условия формирования струи в сталеплавильном канале. Истечение струи стали из ковша. Гидродинамические процессы в изложнице при разливке сверху. Гидродинамические процессы при разливке стали сифонным способом.

Литература к теме 2: [\[1, 2, 3\]](#).

Тема 3. Теоретические основы кристаллизации металлических расплавов.

Содержание темы 3: Термодинамическая теория кристаллизации. Рост кристаллов. Формирование кристаллических зон при направленном отводе теплоты.

Литература к теме 3: [\[1, 2, 3\]](#).

Тема 4. Кристаллизация и строение стального слитка.

Содержание темы 4: Образование зоны столбчатых кристаллов. Влияние различных факторов на протяженность указанной зоны. Скорость кристаллизации слитка. Явления, сопутствующие кристаллизации: ликвация, выделение газов, всплывание включений, усадка и т.д.

Литература к теме 4: [\[1, 2, 3\]](#).

Тема 5. Особенности строения слитка спокойной, полуспокойной и кипящей стали.

Содержание темы 5: Характеристика основных зон слитков из различно раскисленной стали.

Литература к теме 5: [\[1, 2, 3\]](#).

Тема 6. Оборудование для разливки стали в изложницы и его подготовка.

Содержание темы 6: Описание сталеразливочного ковша, изложниц, прибыльных надставок, центровых, поддонов, сифонной проводки и промежуточных устройств.

Литература к теме 6: [\[1, 2, 3\]](#).

Тема 7. Огнеупоры, необходимые для оборудования, при разливке стали в изложницы.



Содержание темы 7: Футеровка сталеразливочных ковшей. Огнеупорные изделия для ковшевых затравок. Огнеупоры для сифонной проводки.

Литература к теме 7: [[1](#), [2](#), [3](#)].

Тема 8. Технология разливки стали в изложницы сверху. Режим разливки.

Содержание темы 8: Технология разливки стали сверху в изложницы. Преимущества и недостатки данных способов разливки. Параметры и режимы разливки.

Литература к теме 8: [[1](#), [2](#), [3](#)].

Тема 9. Технология разливки стали в изложницы сифоном.

Содержание темы 9: Технология разливки стали сверху в изложницы сифоном. Основные параметры процесса разливки в изложницы и способы их регулирования. Преимущества и недостатки сифонного способа разливки стали.

Литература к теме 9: [[1](#), [2](#), [3](#)].

Тема 10. Процессы для производства крупных слитков улучшенного качества.

Содержание темы 10: Модифицирование и микрорегулирование стали. Суспензионная разливка. Полунепрерывная разливка слитков. Применение активных внешних воздействий при затвердевании слитков.

Литература к теме 10: [[1](#), [2](#), [3](#)].

Тема 11. Качество стальных слитков.

Содержание темы 11: Влияние вредных примесей и газов на свойства стали. Поверхностные и внутренние дефекты. Неметаллические включения.

Литература к теме 11: [[1](#), [2](#), [3](#)].

Тема 12. Мероприятия по предупреждению и устранению дефектов слитка.

Содержание темы 12: Режим разливки. Защита металлов от вторичного окисления. Введение реагентов, улучшающих структуру кристаллизующейся стали. Комплекс мер по устранению дефектов слитков.

Литература к теме 12: [[1](#), [2](#), [3](#)].

Тема 13. Техника безопасности. Техничко-экономические показатели разливки стали в изложницы.

Содержание темы 13: Безопасность труда в разливочном пролёте. Защита от теплового излучения, шума и др. Аварийные ситуации при разливке.

Выход годного. Затраты на огнеупорные изделия и материалы. Расход на эксплуатацию и обслуживание.

Литература к теме 13: [[1](#), [2](#), [3](#)].

### 3.3 Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Тема занятия	Объем, час. очн/заочн	Литература
1	Изучение процесса формирования корочки непрерывнолитых заготовок в кристаллизаторе МНЛЗ	7/1	[1, 2, 3, 5]
2	Изучение процесса твердения слитков на прозрачных моделях	6/1	[1, 2, 3, 5]
3	Усадочные процессы в стальных слитках и способы их регулирования	7/1	[1, 2, 3, 5]
4	Моделирование процесса полунепрерывной разливки стали	7/1	[1, 2, 3, 5]
5	Выбор материала стенки и покрытия кристаллизатора слобовой МНЛЗ	7/0	[1, 2, 3, 5]
<b>ИТОГО:</b>		34/4	

### 3.4 Лабораторные работы. В учебном плане не запланировано

### 3.5 Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час. Очн./заочн.
1	Изучение лекционного материала	60/85
2	Подготовка к практическим занятиям	50/72
3	Подготовка к лабораторным работам	-
4	Выполнение курсового проекта	-
5	Выполнение курсовой работы	-
6	Выполнение индивидуального задания	0/9
<b>ИТОГО:</b>		110/166

### 3.6 Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

Курсовой проект (работа) в учебном плане не запланировано.

Согласно учебному плану очной формы обучения выполнение индивидуального задания не предусмотрено, а учебным планом заочной формы обучения предусмотрено выполнение одного индивидуального задания. Методические рекомендации по его выполнению приведены в перечне учебно - методических материалов.

Индивидуальное задание связано с самостоятельным выполнением расчетных работ по темам дисциплины, которые не рассматриваются на лекциях и практических занятиях и изучаются студентом самостоятельно в соответствии с [7].

Объем учебной нагрузки при выполнении индивидуального задания - 9 часов. Рекомендуемый объем пояснительной записки по индивидуальному заданию не более 15 страниц формата А4(210×297мм).

## 4 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 4.1 Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций

#### *Составляющая компетенции – полнота знаний*

- нулевой уровень: неверные, не аргументированные, с множеством грубых ошибок ответы на вопросы. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- минимальный уровень: даны не полные, неточные и неаргументированные ответы на вопросы. Допущено много грубых ошибок. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- пороговый уровень: даны недостаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Плохо знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено много негрубых ошибок;
- средний уровень: даны достаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. В целом знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- продвинутый уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- высокий уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько неточностей.

#### *Составляющая компетенции – умения*

- нулевой уровень: полное отсутствие понимания сути методики решения задачи, допущено множество грубейших ошибок / задания не выполнены вообще;
- минимальный уровень: слабое понимание сути методики решения задачи, допущены грубые ошибки. Решения не обоснованы. Не умеет использовать нормативно-техническую литературу. Не ориентируется в специальной научной литературе ;
- пороговый уровень: достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую литературу. Слабо ориентируется в специальной научной литературе;
- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;
- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;
- высокий уровень: понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой опыт.



### *Составляющая компетенции – владение навыками*

- нулевой уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Не может выполнить задания;
- минимальный уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- пороговый уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач на пороговом уровне. Задания выполняет медленно и некачественно;
- средний уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач. Задания выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;
- продвинутый уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, иногда допуская незначительные погрешности;
- высокий уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, при необходимости демонстрируя творческий подход.

### *Обобщенная оценка сформированности компетенций*

- нулевой уровень: на нулевом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- минимальный уровень: на минимальном уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- пороговый уровень: на пороговом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- средний уровень: на среднем уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- продвинутый уровень: на продвинутом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на высоком уровне;
- высокий уровень: на высоком уровне сформированы все составляющие компетенций.

## **4.2 Вопросы к экзамену и пример экзаменационного билета**

1. Какими факторами оценивается качество слитка?
2. Какие характеристики качества слитков определяется условиями разливки и кристаллизации стали?
3. Чем вызвана необходимость повышения качества слитков?
4. Почему все больше внимание, для повышения качества металлопродукции, уделяется жидкой фазе, предшествующей разливке стали?
5. Назовите основные направления совершенствования разливки стали на слитки?
6. Перечислите способы разливки стали в изложницы.
7. Каковы общие условия формирования струи металла в сталевыпускном канале?

8. Влияет ли состояние поверхности струи стали, истекающей из разливочного ковша на процессы, соответствующие разливке стали в изложницы?
9. Какие меры принимаются в производственных условиях для улучшения формирования струи разливаемого из ковша металла?
10. Зачем используются методы гидравлического моделирования при изучении процессов, протекающих в изложнице во время ее наполнения жидкой сталью?
11. В чем сущность гидродинамических процессов при разливке стали в изложницы сифонным способом?
12. Какие теплофизические процессы происходят при кристаллизации стали в изложницах?
13. Почему наблюдаются усадочные явления при формировании слитков?
14. Назовите основные положения термодинамической теории кристаллизации металлов.
15. Как происходит рост кристаллов в металлических расплавах?
16. Объясните формирование кристаллических зон при направленном отводе теплоты в расплаве.
17. Что такое ликвидация? Типы ликвидации.
18. Для чего используют модификаторы первого и второго рода?
19. От чего зависит скорость кристаллизации слитка?
20. Какие явления сопутствуют кристаллизации.
21. Чем объясняется большая чистота металла от примесей в нижней части слитка?
22. Чем отличается зона столбчатых кристаллов от равноосных?
23. Назовите типы стальных слитков и дайте характеристику их макроструктуры?
24. В чем особенности строения слитка спокойной, кипящей и полуспокойной стали?
25. Какие дефекты макроструктуры слитков характерны при разливке стали в изложницы?
26. Назовите основные параметры слитка.
27. Как можно улучшить качество слитков, воздействуя на прибыльную часть слитка?
28. Какие работы необходимо произвести для подготовки сталеразливочного ковша к разливке жидкой стали?
29. Назовите типы ковшовых затворов: их преимущества и недостатки.
30. Какое сменное оборудование используется для разливки стали на слитки?
31. Какие виды организационных работ проводятся для подготовки оборудования к разливке?
32. Как производится эксплуатация шиберных затворов?
33. Назовите способы предотвращения попадания жидкой стали в каналы разливочного стакана и верхней огнеупорной плиты.
34. Какие факторы влияют на стойкость футеровки сталеразливочных ковшей?

35. Какие огнеупоры используются, в настоящее время, для футеровки сталеразливочных ковшей?
36. Влияет или нет основность футеровки на эффективность процессов десульфурации и дефосфорации?
37. В чем отличие монолитной футеровки от набивной?
38. Что входит в комплект огнеупоров для затвора сталеразливочного ковша?
39. Какие огнеупорные изделия применяются для сифонной проводки? Дайте их краткую характеристику.
40. Какие важнейшие технологические факторы влияют на показатели качества слитков?
41. В чем отличие массовой и линейной скорости разливки?
42. От чего зависит режим разливки стали в изложницы?
43. Назовите два способа разливки жидкого металла сверху.
44. В чем преимущество разливки спокойной стали сверху чем сифоном?
45. Как регулируется скорость разливки?
46. Как производится скоростная разливка спокойной стали?
47. Охарактеризуйте разливку стали под защитными средами.
48. Перечислите достоинства, и недостатки разливки стали сифоном по сравнению с разливкой стали сверху.
49. Какой способ разливки качественных и высококачественных сталей, разливаемых на слитки массой до 6,5 т, обычно применяют?
50. Зачем проводят выдержку металла в ковше перед разливкой?
51. Почему при сифонной отливке слитков среднего и большого размера низ и верх слитка отливают с различной скоростью?
52. Влияет ли степень перегрева стали перед разливкой на скорость разливки?
53. Чем отличается модифицирование от микролегирования стали?
54. Дайте характеристику суспензионной разливки и технико-экономическую эффективность данной технологии.
55. Какие технологические процессы относятся к специальной электрометаллургии?
56. Приведите схему ЭШП и механизм рафинирования стали при таком методе перегрева.
57. Что лежит в основе процесса полунерывной разливки слитков?
58. Перечислите методы применения активных внешних воздействий при затвердевании слитков.
59. Какое влияние на свойства стали оказывают внедренные примеси и газы?
60. Какие дефекты характерны для стальных слитков?
61. Какие поверхностные дефекты возникают в слитках и какими способами их устраняют?
62. Каковы причины возникновения продольных горячих трещин на поверхности стальных слитков?
63. Как влияет химсостав, температура и скорость разливки стали на возникновения горячих поверхностных трещин?
64. Укажите причины появления подкорковых пузырей в слитках.
65. Какие дефекты характерны для осевой зоны слитков?

66. Какими способами достигается снижение содержания неметаллических включений и глобулизация их формы в жидкой стали?
67. Каким образом можно снизить вредные влияния сульфидных включений на качество стали?
68. Каким образом, возможно, улучшить качество осевой зоны крупного слитка?
69. Перечислите пути предотвращения поперечных горячих трещин в верхней части поверхности слитков.
70. Назовите способы борьбы с подкорковыми пузырями в слитках.
71. Каким образом рациональная геометрическая форма слитка позволяет снизить вероятность появления продольных горячих трещин на поверхности слитков?
72. Перечислите основные, необходимые для безопасного труда, операции в разливочном пролете?
73. Какие аварийные ситуации возникают при разливке?
74. Какие действия необходимо произвести при внезапном отключении подачи электроэнергии и обесточивании насоса маслостанции во время разливки?
75. Перечислите необходимые действия, какие надо предпринять в случае выхода из строя гидравлического оборудования.
76. Какие меры используют для защиты персонала от теплового излучения?

### **Пример экзаменационного билета**

#### **БИЛЕТ №1**

**ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет»**

Уровень высшего профессионального образования: бакалавриат

Направление подготовки (специальность): 22.03.02 Металлургия

Профиль (бакалаврской программы, специализация): Электрометаллургия стали

Семестр: 5-й / 6-7-й

Учебная дисциплина: Разливка и затвердевание металлов.

#### **БИЛЕТ №1**

1. Какими факторами оценивается качество слитка?
2. Какие теплофизические процессы происходят при кристаллизации стали в изложницах?
3. Какие дефекты макроструктуры слитков характерны при разливке стали в изложницы?
4. Зачем проводят выдержку металла в ковше перед разливкой?
5. Какие действия необходимо произвести при внезапном отключении подачи электроэнергии и обесточивании насоса маслостанции во время разливки?

Утверждено на заседании кафедры

«Электрометаллургия»

(наименование кафедры полностью)

Протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

И.о.зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Заика В.И.  
(подпись) (Ф.И.О.)

Экзаменатор \_\_\_\_\_ Салмаш И.Н.  
(подпись) (Ф.И.О.)

В каждом билете содержится по 5 вопросов. Заданиям присваиваются одинаковые коэффициенты равные 0,2. Сумма весовых коэффициентов равна единице. Ответ на каждое задание оценивается по 100-бальной шкале. В случае теоретического задания оценка «100» ставится в случае полного системного раскрытия вопроса без каких-либо неточностей. Баллы снимаются, если в ответе упущены какие-либо второстепенные моменты (до 10 баллов), допущены несущественные неточности (до 10 баллов), допущены существенные неточности при правильном ответе в целом (до 25 баллов), при недостаточном представлении материалов (баллы снимаются как процент недостающего материала с учетом его значимости).

#### 4.3 Критерии оценивания

В каждом билете содержится по 5 вопросов. Заданиям присваиваются одинаковые коэффициенты равные 0,2. Сумма весовых коэффициентов равна единице. Ответ на каждое задание оценивается по 100-бальной шкале. В случае теоретического задания оценка «100» ставится в случае полного системного раскрытия вопроса без каких-либо неточностей. Баллы снимаются, если в ответе упущены какие-либо второстепенные моменты (до 10 баллов), допущены несущественные неточности (до 10 баллов), допущены существенные неточности при правильном ответе в целом (до 25 баллов), при недостаточном представлении материалов (баллы снимаются как процент недостающего материала с учетом его значимости).

В случае задачи оценка «100» ставится при представлении полного решения с правильным ходом и точным ответом, при верном указании единиц измерения всех физических величин и выполненном полном анализе результатов (если требуется). Баллы снимаются, если в решении есть несущественные неточности, не повлиявшие на результат (до 15 баллов), неверно указаны или не указаны единицы измерения физических величин (до 15 баллов), допущены отдельные неточности в ходе решения, не исказившие ход решения в целом (до 25 баллов), неточность численных результатов (до 15 баллов), ошибки в анализе результатов (до 20 баллов). Итоговая оценка за экзамен рассчитывается как сумма коэффициентов.

Пример расчета итоговой оценки по экзамену.

В билете имеются пять заданий с весовыми коэффициентами 0,2. Пусть оценки за каждое задание по 100-бальной шкале составили: 33,3. Тогда итоговая оценка по экзамену составляет:  $0,2 + 0,2 + 0,2 + 0,2 + 0,2 = 1 = 100$  баллов.

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по национальной шкале и шкале ECTS.

**Текущий контроль** знаний студентов производится по результатам практических (семинарских) занятий, во время контрольных опросов в ходе проведения занятий.

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по государственной шкале и шкале ECTS:

Сумма баллов по 100-балльной шкале	Оценка по шкале ECTS	Оценка по государственной шкале
90-100	A	Отлично
80-89	B	Хорошо
75-79	C	
70-74	D	
60-69	E	Удовлетворительно
35-59	FX	
0-34	F*	Неудовлетворительно

\* – с обязательным повторным изучением дисциплины.

#### 4.4 Пример текущего опроса на практических (семинарских) занятиях

1. Какое влияние на свойства стали оказывают внедренные примеси и газы?
2. Какие дефекты характерны для стальных слитков?
3. Какие поверхностные дефекты возникают в слитках и какими способами их устраняют?
4. Каковы причины возникновения продольных горячих трещин на поверхности стальных слитков?
5. Как влияет химсостав, температура и скорость разливки стали на возникновения горячих поверхностных трещин?
6. Укажите причины появления подкорковых пузырей в слитках.
7. Какие дефекты характерны для осевой зоны слитков?
8. Какими способами достигается снижение содержания неметаллических включений и глобулизация их формы в жидкой стали?

Промежуточная аттестация по результатам освоения дисциплины в семестре проводится в форме семестрового экзамена в соответствии с «Положением об организации учебного процесса в Донецком национальном техническом университете (новая редакция)», утвержденном приказом ДОННТУ № 1006-14 от 01.12.2016 г.

При определении уровня знаний студентов преподаватель руководствуется критериями оценки знаний, являющимися составляющей учебно – методического комплекса дисциплины.

#### 4.5 Курсовое проектирование

Курсовой проект по дисциплине учебным планом не предусмотрен.



## 5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### I. Основная литература

1 Шипельников, А. А. Разливка стали и кристаллизация слитка. Часть 1 : курс лекций / А. А. Шипельников, А. Н. Роговский. - Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013. - 128 с. - ISBN 978-5-88247-626-6. - Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/22915.html>

Режим доступа: для авторизир. пользователей ...

2 Шипельников, А. А. Разливка стали и кристаллизация слитка. Часть II : курс лекций / А. А. Шипельников, А. Н. Роговский. - Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2014. - 158 с. - ISBN 5-88247-717-4. - Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/55651.html>

Режим доступа: для авторизир. пользователей ...

### II. Дополнительная литература

3 Рощин, В. Е. Электрометаллургия и металлургия стали : учебник / В. Е. Рощин, А. В. Рощин. - Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. - 576 с. - ISBN 978-5-9729-0630-7. - Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/115199.html>

Режим доступа: для авторизир. пользователей .....

## 6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Учебно-методические издания, разработанные в ДонНТУ:

4. Конспект лекций по дисциплине «Разливка и затвердевание металлов» для обучающихся уровня профессионального образования «бакалавр» по направлению подготовки 22.03.02 «Металлургия», специализация «Электрометаллургия стали» [Электронный ресурс] / Составитель: Салмаш И.Н. – 3 Мб – Донецк: ГОУВПО «ДОННТУ», 2021. – 1 файл. – Систем. требования: AcrobatReader. (доступ через личный кабинет студента).

5. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Разливка и затвердевание металлов» (для обучающихся уровня профессионального образования «бакалавр» по направлению подготовки 22.03.02 «Металлургия», специализация «Электрометаллургия стали») [Электронный ресурс] / Составители: Троянский А.А., Салмаш И.Н., Заика В.И., Жук В.Л. – 637 Кб. – Донецк: ГОУВПО «ДОННТУ», 2021. – 1 файл. – Систем. требования: Acrobat Reader. (доступ через личный кабинет студента). <http://ed.donntu.ru/books/22/m7610.pdf>

6. Методические указания к самостоятельной и индивидуальной работе обучающихся по дисциплине «Разливка и затвердевание металлов» для обучающихся уровня профессионального образования «бакалавр» по направлению подготовки 22.03.02 «Металлургия», специализация «Электрометаллургия стали» [Электронный ресурс] / Составитель: Салмаш И.Н. – 347 Кб. – Донецк: ГОУВПО

«ДОННТУ», 2021. – 1 файл. – Систем. требования: Acrobat Reader. (доступ через личный кабинет студента) <http://ed.donntu.ru/books/22/m8136.pdf>

7. Методические указания к курсовой работе по дисциплине вариативной части учебного плана «Разливка и затвердевание металлов» [Электронный ресурс] : для обучающихся уровня профессионального образования «бакалавр» по направлению подготовки 22.03.02 «Металлургия», специализация «Металлургия стали» / ГОУВПО «ДОННТУ», каф. металлургии стали и сплавов ; сост.: А. А. Троянский, И.Н. Салмаш, В. И. Заика, В.Л. Жук – Электрон. дан. (1 файл: 664Кб). – Донецк: ДОННТУ, 2021. – Систем. требования: ZIP-архиватор.(доступ через личный кабинет студента). <http://ed.donntu.ru/books/22/m7615.pdf>

### **Электронно-информационные ресурсы**

ЭБС ДОННТУ – <http://donntu.ru/library>.

ЭБС IPR SMART - <http://iprbookshop.ru>

## **7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **1. Лекционные занятия:**

1.1. Учебная аудитория №5.264 учебный корпус 5 для проведения занятий лекционного типа. (мультимедийное оборудование: ноутбук HP Compaq nc6120, Операционная система Linux Ubuntu 16.04 (2016), LibreOffice 4.3.0 (2015), видеопроектор Sony VPL-EX4 с экраном ProView 180x180 Matte White; специализированная мебель: доска аудиторная, столы, стулья, демонстрационные стенды, плакаты, макеты и образцы).

### **2. Практические занятия:**

2.1. Учебная аудитория №5.035 ЭШП учебный корпус 5 для проведения практических занятий. (мультимедийное оборудование: компьютеры с выходом в Интернет Duron/1.4GHz/256Mb/80Gb, Операционная система Linux Ubuntu 16.04 (2016), LibreOffice 4.3.0 (2015), компьютерная online модель процесса внепечной обработки стали доступная по ссылке <https://steeluniversity.org>, компьютерная модель для моделирования литейных процессов LVMFlow CV4.7r8 (учебная версия, лицензия №8323), разработанная в ДОННТУ компьютерная модель процесса выплавки стали и ферросплавов "ОПАКУЛ", видеопроектор Sony VPL-EX4, экран проекционный ELINSCREENS V119XWS1; специализированная мебель: доска для рисования маркерами, столы и стулья).

### **3. Самостоятельная работа:**

Помещения для самостоятельной работы с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации: читальные залы, учебные корпуса 2,3 (Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (ЭИОС ДОННТУ) и электронно-библиотечную систему (ЭБС IPRbooks), а также возможностью индивиду-

ального неограниченного доступа обучающихся в ЭБС и ЭИОС посредством Wi-Fi с персональных мобильных устройств. ОС- Microsoft Windows 7, OpenOffice 2.0.3 – общественная лицензия MPL 2.0/ Grub loader for ALT Linux - лицензия GNU LGPL v3/ Mozilla Firefox - лицензия MPL2.0, Moodle (Modular Object- Oriented Dynamic Learning Environment) - лицензия GNU GPL.