

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Котова Лариса Анатольевна
Должность: Директор филиала
Дата подписания: 19.08.2023 10:01:37
Уникальный программный ключ:
10730ffe6b1ed036b744b6e9d97700b86e5c04a7

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»
Новотроицкий филиал

Рабочая программа дисциплины (модуля) ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВЫБОРУ Б1.В.ДВ.6 Разливка и кристаллизация стали

Закреплена за подразделением Кафедра металлургических технологий и оборудования (Новотроицкий филиал)

Направление подготовки

22.03.02 Металлургия

Профиль

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 180

в том числе:

аудиторные занятия 54

самостоятельная работа 90

часов на контроль 36

Формы контроля в семестрах:

экзамен 8

курсовая работа 8

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	8 (4.2)		Итого	
	10			
Неделя	УП	РП	УП	РП
Лекции	18	36	18	36
Лабораторные	18	18	18	18
Практические	18	18	18	18
В том числе инт.	24	24	24	24
Итого ауд.	54	72	54	72
Контактная работа	54	72	54	72
Сам. работа	90	72	90	72
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):

к.т.н., зав. каф., Шаповалов А.Н.

Рабочая программа

Разливка и кристаллизация стали

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 22.03.02 Metallургия (уровень бакалавриата) (приказ от 02.12.2015 г. № № 602 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

Направление подготовки 22.03.02 Metallургия Профиль. Metallургия черных металлов, 22.03.02_20_Металлургия_ПрМЧМ.plm.xml , утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 21.05.2020, протокол № 10/зг

Утверждена в составе ОПОП ВО:

Направление подготовки 22.03.02 Metallургия Профиль. Metallургия черных металлов, , утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 21.05.2020, протокол № 10/зг

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра металлургических технологий и оборудования (Новотроицкий филиал)

Протокол от 18.06.2020 г., №11

Руководитель подразделения к.т.н., доцент, Шаповалов А.Н.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Подготовить выпускников к производственно-технологической деятельности, связанной с эксплуатацией агрегатов по разливке стали.
1.2	Изучить теоретические основы кристаллизации стали и формирования слитка в изложнице и при непрерывной разливке, обеспечивающие получение качественных заготовок с минимальными энергозатратами и воздействиями на окружающую среду.
1.3	Освоить физико-химические, термодинамические, тепловые, усадочные, ликвационные, механические и др. процессы, определяющие формирование стального слита и непрерывнолитой заготовки.
1.4	Изучить основные виды оборудования для разливки стали.
1.5	Научить выбирать основные виды разливочного оборудования (типы сталь- и промковшей, виды изложниц и МНЛЗ).
1.6	Сформировать способности видения проблем и тенденций развития современного сталеплавильного производства и определения основных технических показателей работы металлургических агрегатов, используемых для разливки стали.

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.06
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Основы сталеплавильного производства	
2.1.2	Современные методы получения высококачественных сталей и сплавов	
2.1.3	Специальные стали	
2.1.4	Теория и технология переплавных процессов	
2.1.5	Теория и технология производства стали	
2.1.6	Электрометаллургия стали и ферросплавов	
2.1.7	Теория и технология окискования сырья и доменного производства	
2.1.8	Экстракция черных металлов из природного сырья	
2.1.9	Литейное производство	
2.1.10	Персональная эффективность	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Дисциплины по выбору Б1.В.ДВ.2	
2.2.2	Дисциплины по выбору Б1.В.ДВ.3	
2.2.3	Дисциплины по выбору Б1.В.ДВ.4	
2.2.4	Дисциплины по выбору Б1.В.ДВ.5	
2.2.5	Дисциплины по выбору Б1.В.ДВ.6	
2.2.6	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

УК-11.1: Способность управлять своей профессиональной деятельностью или проектами в соответствующей профессиональной сфере, брать на себя ответственность за принятие решений
Знать:
УК-11.1-31 Технологические основы разливки стали и применяемое оборудование
ПСК-3: Способность анализировать и совершенствовать технологические процессы производства стали в слитках и непрерывнолитых заготовках
Знать:
ПСК-3-31 Влияние технологических параметров разливки и конструктивных особенностей разливочного оборудования на технико-экономические показатели производства слитков и непрерывнолитых заготовок
ПК-3.1: Способность осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалообработке
Знать:
ПК-3.1-31 Устройство, принцип действия и правила эксплуатации тех-нологического оборудования для производства слитков и непрерывнолитых заготовок
УК-11.1: Способность управлять своей профессиональной деятельностью или проектами в соответствующей профессиональной сфере, брать на себя ответственность за принятие решений

Уметь:
УК-11.1-У1 Анализировать технологию разлива стали
ПСК-3: Способность анализировать и совершенствовать технологические процессы производства стали в слитках и непрерывнолитых заготовках
Уметь:
ПСК-3-У1 Анализировать и совершенствовать технологические процессы производства слитков и непрерывнолитых заготовок с использованием современного разливочного оборудования
ПК-3.1: Способность осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалообработке
Уметь:
ПК-3.1-У1 Осуществлять технологический процесс производства слитков и непрерывнолитых заготовок с учетом особенностей оборудования и требований к качеству продукции
УК-11.1: Способность управлять своей профессиональной деятельностью или проектами в соответствующей профессиональной сфере, брать на себя ответственность за принятие решений
Владеть:
УК-11.1-В1 Методами регулирования процесса разлива стали
ПСК-3: Способность анализировать и совершенствовать технологические процессы производства стали в слитках и непрерывнолитых заготовках
Владеть:
ПСК-3-В1 Методикой определения оптимальных конструктивных параметров разливочного оборудования для производства слитков и непрерывнолитых заготовок
ПК-3.1: Способность осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалообработке
Владеть:
ПК-3.1-В1 Методами расчета оптимальных параметров разлива стали с учетом особенностей оборудования и требований к качеству продукции

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	Раздел 1. Основы теории кристаллизации. Разливка стали в изложницы.							
1.1	Сущность и механизм процесса кристаллизации. Термодинамические условия гомогенной кристаллизации. Критический размер зародыша. Условия формирования структуры слитка и динамика затвердевания. /Лек/	8	4		Л1.1 Э1 Э2 Э3			
1.2	Характеристика способов разлива стали в изложницы. Строение стальных слитков в зависимости от степени раскисленности. Химическая неоднородность слитков. /Лек/	8	4		Л1.1 Э1 Э2 Э3			
1.3	Технология разлива стали в изложницы в зависимости от степени раскисленности стали. Оборудование для разлива в изложницы и его подготовка. /Лек/	8	4		Л1.1 Э1 Э2 Э3			

1.4	Дефекты стальных слитков и методы борьбы с ними. Влияние структуры слитка на качество готовой продукции. /Лек/	8	4		Л1.1 Э1 Э2 Э3			
1.5	Определение продолжительности и средней скорости затвердевания слитка в зависимости от степени раскисленности стали. /Пр/	8	2		Л1.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	по форме "Технология проблемного обучения"		
1.6	Определение параметров усадочных дефектов в слитках спокойной стали. /Пр/	8	2		Л1.1Л3.1 Э1 Э2 Э3			
1.7	Определение параметров разливочного оборудования, обеспечивающего формирование качественного слитка при разливке в изложницы. /Пр/	8	2		Л1.1Л3.1 Э1 Э2 Э3			
1.8	Расчет скорости наполнения изложниц металлом в зависимости от технологии разливки и степени раскисленности стали. /Пр/	8	2		Л1.1Л3.1 Э1 Э2 Э3			
1.9	Контрольная работа №1. /Пр/	8	1		Л1.1Л3.1			
1.10	Исследование динамики затвердевания стального слитка. /Лаб/	8	2		Л1.1Л3.2 Э1 Э2 Э3	по форме "Групповая работа"		
1.11	Изучение усадочных процессов при кристаллизации стали в изложницах. /Лаб/	8	4		Л1.1Л3.2 Э1 Э2 Э3	по форме "Групповая работа"		
1.12	Подготовка к контрольной работе №1 /Ср/	8	12		Л1.1Л3.1 Э1 Э2 Э3			
	Раздел 2. Непрерывная разливка стали.							
2.1	Основное оборудование машин непрерывного литья заготовок (МНЛЗ). /Лек/	8	4		Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э2 Э3			
2.2	Классификация машин непрерывного литья заготовок и их сравнительная характеристика. /Лек/	8	4		Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э2 Э3			
2.3	Сущность и характеристика непрерывной разливки стали. Тепловые условия затвердевания и структура непрерывнолитой заготовки. /Лек/	8	4		Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э2 Э3			
2.4	Технология непрерывной разливки и качество непрерывнолитой заготовки. Влияние параметров разливки на дефекты непрерывнолитой заготовки. /Лек/	8	4		Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э2 Э3			

2.5	Совершенствования техники и технологии непрерывной разливки. Литейно-прокатные комплексы и технология непрерывного литья полосы. /Лек/	8	4		Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э2 Э3			
2.6	Определение динамики и продолжительности затвердевания непрерывнолитой заготовки в зависимости от конструктивных и технологических параметров разливки. /Пр/	8	2		Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	по форме "Технология проблемного обучения"		
2.7	Определение параметров разливочного оборудования, обеспечивающего формирование качественной заготовки при непрерывной разливке. /Пр/	8	2		Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3			
2.8	Расчет основных параметров непрерывной разливки стали. /Пр/	8	2		Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3			
2.9	Выбор вида МНЛЗ и расчет их числа в цехе. /Пр/	8	2		Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	по форме "Технология проблемного обучения"		
2.10	Контрольная работа №2. /Пр/	8	1					
2.11	Моделирование непрерывной разливки стали. /Лаб/	8	4		Л2.1Л3.2 Э1 Э2 Э3	по форме "Компьютерный имитатор"		
2.12	Исследование условий охлаждения непрерывнолитой заготовки в ЗВО /Лаб/	8	4		Л2.1Л3.2 Э1 Э2 Э3	по форме "Групповая работа"		
2.13	Изучение дефектов непрерывнолитой заготовки /Лаб/	8	4		Л2.1Л3.2 Э1 Э2 Э3	по форме "Групповая работа"		
2.14	Выполнение курсовой работы на тему: "Расчет параметров непрерывной разливки стали". /Ср/	8	24		Л2.1Л3.3 Э1 Э2 Э3			
2.15	Подготовка к контрольной работе №2 /Ср/	8	12		Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1 Э2 Э3			
2.16	Подготовка к экзамену по дисциплине /Ср/	8	24		Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1 Э2 Э3			
2.17	Экзамен по дисциплине /Экзамен/	8	36					

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Вопросы для самостоятельной подготовки к экзамену (зачёту с оценкой)

Текущий контроль результатов освоения УД в соответствии с рабочей программой и календарно-тематическим планом происходит при использовании следующих обязательных форм контроля:

1. Выполнение и защита лабораторных работ в виде устного опроса по контрольным вопросам;
 2. Выполнение контрольных работ в письменной форме по вопросам и задачам, входящим в раздел (тему) УД.
- Рабочей программой УД предусмотрено проведение 6-х лабораторных работ. По каждой лабораторной работе оформляется отчет, который защищается индивидуально по контрольным вопросам лабораторного практикума. Защищенные лабораторные работы являются допуском к промежуточной аттестации в форме экзамена.

Промежуточная аттестация по УД осуществляется при использовании следующих обязательных форм контроля:

1. Выполнение и защита курсовой работы в устной форме по контрольным вопросам и заданиям, или в виде компьютерного тестирования по тестовым заданиям в среде LMS Canvas.
2. Экзамен, который может проводиться в устной форме по билетам, включающим теоретические вопросы и задачи, охватывающие все разделы УД, или в тестовой форме по тестовым заданиям в среде LMS Canvas.

Перечень вопросов и заданий по видам текущего контроля и промежуточной аттестации представлен ниже.

- 1). Контрольные вопросы для защиты лабораторных работ (УК-11.1-31, У1; ПК-3.1-31, У1; ПСК-3-31, У1)

В ходе защиты отчетов по лабораторным работам обучающийся должен ответить на контрольные вопросы:

Л.р. №1 Исследование динамики затвердевания стального слитка

- 1 Из каких стадий складывается процесс кристаллизации?
- 2 Какие условия необходимы для начала кристаллизации?
- 3 Как изменяются условия кристаллизации в процессе затвердевания стали?
- 4 Как влияют условия кристаллизации на структуру слитка?
- 5 По какому закону изменяется толщина затвердевшего слоя с течением времени?
- 6 Каков физический смысл и размерность коэффициента затвердевания?
- 7 Как циркулирует расплав в незатвердевшей части слитка? В чём причина такой циркуляции?
- 8 Какой критерий подобия должен использоваться при пересчёте результатов моделирования на реальный слиток?
- 9 Какие масштабные преобразования осуществляются при пересчёте результатов моделирования?
- 10 Какое вещество используется для моделирования кристаллизации стали в лабораторных условиях?

Л.р. №2 Изучение усадочных процессов при кристаллизации стали в изложницах

- 1 Что такое усадочная раковина?
- 2 Причина образования усадочной раковины в стальном слитке
- 3 От чего зависит объем усадочной раковины?
- 4 Место и механизм образования усадочной раковины.
- 5 Факторы, влияющие на величину и форму усадочной раковины.
- 6 Способы уменьшения головной обрезки слитка: конструктивные и технологические.
- 7 Как влияет утепление и обогрев верхней части слитка на относительную глубину усадочной раковины и выход годного? Каков механизм этого влияния?
- 8 Как влияет отношение высоты к ширине слитка на относительную глубину усадочной раковины и выход годного? Каков механизм этого влияния?
- 9 Как влияет уширение слитка на относительную глубину усадочной раковины? Каков механизм этого влияния?
- 10 Как влияет форма усадочной раковины на выход годного металла?
- 11 Как влияет скорость разливки и температура разливаемой жидкости на относительную глубину усадочной раковины и выход годного? Каков механизм этого влияния?
- 12 Как влияет способ разливки на относительную глубину усадочной раковины и выход годного? Каков механизм этого влияния?

Л.р. №3 Изучение дефектов стального слитка

- 1 Что называется дефектом стального слитка?
- 2 Как классифицируются дефекты по причинам их возникновения?
- 3 Какие дефекты слитка относятся к поверхностным?
- 4 Какие дефекты слитка являются внутренними?
- 5 Как выглядит изучаемый дефект?
- 6 Каковы причины возникновения изучаемого дефекта?
- 7 Каковы меры предупреждения образования изучаемого дефекта?

Л.р. №4 Моделирование непрерывной разливки стали

- 1 Факторы, определяющие толщину твердой корочки металла на выходе из кристаллизатора.
- 2 Факторы, определяющие глубину расположения жидкой фазы в теле непрерывного слитка.
- 3 Способы расчета толщины затвердевшей корки непрерывного слитка.
- 4 Определение глубины жидкой фазы слитка расчетным путем.
- 5 Технологические параметры, определяющие производительность МНЛЗ.

Л.р. №5 Исследование условий охлаждения непрерывнолитой заготовки в ЗВО

- 1 Виды дефектов непрерывнолитой заготовки и основные причины их образования.
- 2 Требования к организации тепловых условий охлаждения непрерывнолитой заготовки в ЗВО.
- 3 Конструктивные элементы ЗВО современных МНЛЗ.
- 4 Условия охлаждения заготовки на разных участках МНЛЗ: особенности, механизмы и равномерность теплоотвода.

5	Характерное распределение охладителя по поверхности орошения при использовании современных форсунок.
6	Параметры форсунок ЗВО и их влияние на конструкцию ЗВО, условия теплоотвода и качество непрерывнолитой заготовки.
7	Влияние параметров охладителя на распределение плотности орошения форсунки и устойчивость ее характеристик.
Л.р. №6 Изучение дефектов непрерывнолитой заготовки	
1	Виды дефектов непрерывнолитой заготовки.
2	Какие дефекты слитка относятся к поверхностным?
3	Какие дефекты слитка являются внутренними?
4	Как выглядит изучаемый дефект?
5	Каковы причины возникновения изучаемого дефекта?
6	Каковы меры предупреждения образования изучаемого дефекта?
2) Теоретические вопросы и практические задания контрольных работ (УК-11.1-31, У1, В1; ПК-3.1-31, У1, В1; ПСК-3-31, У1, В1)	
Теоретические вопросы к контрольной работе №1 (УК-11.1-31, У1; ПК-3.1-31, У1; ПСК-3-31, У1)	
1	Изменение окисленности стали во время ее выпуска и разлива
2	Способы разлива стали. Преимущества и недостатки сифонной разлива
3	Стадии процесса кристаллизации. Сущность гомогенного механизма зарождения кристалла. Основные параметры, влияющие на критический радиус зародыша кристалла
4	Связь между скоростью образования зародышей, линейной скоростью кристаллизации и величиной переохлаждения. Скорость затвердевания слитка.
5	Классификация стали по степени раскисленности.
6	Структурные зоны слитка спокойной стали и их формирование при кристаллизации.
7	Факторы, влияющие на толщину наружной корки без пузырей в слитках кипящей стали. Величина головной обреза в химиках закупоренных слитках кипящей стали
8	Строение слитков полуспокойной стали при различной степени ее раскисленности
9	По какому показателю оценивается склонность к ликвации различных элементов и как он определяется. Зональная ликвация - определение, причины образования, и способы снижения ее развития.
10	Специфические виды ликвации примесей в слитке спокойной стали, причины их образования и способы борьбы.
11	Температура разлива стали и ее влияние на качество слитка.
12	Последовательность операций по подготовке разливочного состава для разлива сифоном
13	Подготовка изложниц к разливу. Виды прибыльных надставок, конструкции и их применение
14	Влияние величины Н/Д изложницы на качество слитка и скорость разлива
15	Значения Н/Д изложниц для разлива кипящей стали в слитки различной массы.
16	Технология разлива спокойной стали: вид изложниц, скорость разлива и ее изменение по ходу разлива, мероприятия по окончании разлива
17	Технология химического закупоривания стали
18	Разливка под теплоизолирующими смесями и материалами: назначение, сущность, виды смесей и материалов
19	Разливка с использованием материалов, создающих в изложнице восстановительную атмосферу: назначение, сущность, способы
20	Способы увеличения скорости разлива кипящей стали: характеристика, достигаемые скорости разлива
21	Изменение температуры металла во время выпуска и выдержки в ковше.
22	Способы разлива стали. Преимущества и недостатки разлива сверху.
23	Стадии процесса кристаллизации. Сущность гетерогенного механизма зарождения кристалла
24	Условия гомогенного зарождения кристалла. Критический диаметр зародыша. Особенности роста кристаллов при кристаллизации стали.
25	Структурные зоны механически закупоренного слитка кипящей стали и их формирование при кристаллизации.
26	Усадочная раковина в слитке спокойной стали и меры по ее выводу в верхнюю часть слитка. Величина головной обреза в слитках спокойной стали.
27	Способы повышения скорости разлива кипящей стали.
28	Поведение полуспокойной стали при ее кристаллизации. Оптимальная степень раскисленности полуспокойной стали и ее регулирование по ходу разлива. Технология разлива полуспокойной стали
29	Дендритная ликвация – определение, причины образования, степень ликвации по элементам и отрицательное влияние на свойства стали.
30	Общие закономерности в распределении ливящихся примесей в слитках спокойной и кипящей стали.
31	Зональная ликвация - определение, причины образования, проявление зональной ликвации в слитке кипящей стали.
32	Скорость разлива стали и ее влияние на качество слитка.
33	Последовательность операций по подготовке разливочного состава для разлива сверху. Подготовка прибыльных надставок к разливу
34	Классификация изложниц по форме продольного и поперечного сечений, специфика применения таких изложниц.
35	Значения Н/Д изложниц для разлива спокойной углеродистой, легированной и качественной углеродистой стали.
36	Конусность стенок изложниц в зависимости от степени раскисленности стали и назначения слитка.
37	Особенности технологии разлива кипящей стали: вид изложниц, скорость разлива и ее изменение по ходу

- разливки, способы закупоривания стали и их сущность
- 38 Перечислите способы защиты металла в изложнице от окисления и объясните необходимость их применения
- 39 Специальные методы теплоизоляции и обогрева верха слитка спокойной стали, способствующие выводу усадочной раковины в верхнюю часть слитка: назначение, сущность
- 40 Разливка под слоем жидкого шлака: назначение, сущность, способы наведения шлака
- Теоретические вопросы к контрольной работе №2 (УК-11.1-31, У1; ПК-3.1-31, У1; ПСК-3-31, У1)
- 1 Классификация дефектов стальных слитков. Естественные дефекты стальных слитков
- 2 Осевая рыхлость слитков спокойной стали: причины образования и способы борьбы
- 3 Поперечные горячие трещины: причины образования и способы борьбы
- 4 Продольные холодные наружные трещины: причины образования и способы борьбы
- 5 Подкорковые пузыри: причины образования
- 6 Рослость слитков кипящей стали: причины образования
- 7 Сущность непрерывной разливки стали. Сортамент непрерывнолитых заготовок и сложности, возникающие при разливке заготовок различного поперечного сечения
- 8 Технология и особенности охлаждения металла в кристаллизаторе, толщина затвердевшей корки на выходе из кристаллизатора, требования к ней, температура поверхности слитка на выходе из кристаллизатора
- 9 Образование структурных зон и химическая неоднородность в непрерывном слитке спокойной стали
- 10 Основные типы МНЛЗ. Особенности конструкции, преимущества и недостатки МНЛЗ вертикального типа.
- 11 Основные типы МНЛЗ. Особенности конструкции, преимущества и недостатки, а также виды МНЛЗ с изгибом слитка.
- 12 Основные типы МНЛЗ. Сравните достоинства и недостатки МНЛЗ радиального типа и МНЛЗ горизонтального типа
- 13 Промежуточный ковш: назначение, конструкция, технология применения. Механизм качания кристаллизатора: назначение, амплитуда и частота качания
- 14 Зона вторичного охлаждения: назначение, протяженность, конструкция, способы подачи воды на слиток и варианты размещения форсунок и поддерживающих устройств в зависимости от формы поперечного сечения слитка.
- 15 Температура металла, разливаемого на МНЛЗ и последовательность операций по подготовке МНЛЗ к разливке
- 16 Способы подачи металла в кристаллизатор, их достоинства и недостатки, особенности применения
- 17 Роль шлакообразующих смесей при непрерывной разливке и требования к ним.
- 18 Назначение продувки металла аргоном перед разливкой и защиты струи металла, поступающего в промежуточный ковш, аргоном
- 19 Отличительные особенности качества непрерывнолитых слитков от слитков, отливаемых в изложницы. Причины образования поперечных поверхностных трещин и внутренних трещин.
- 20 Осевая пористость в непрерывных слитках: причины образования, особенности проявления в зависимости от формы поперечного сечения, увеличения перегрева металла и повышенной скорости разливки
- 21 Классификация дефектов стальных слитков. Технологические дефекты стальных слитков
- 22 Заворот корки: причины образования и способы борьбы
- 23 Продольные наружные горячие трещины: причины образования и способы борьбы
- 24 Плены: причины образования и способы борьбы. Голенище: причины образования
- 25 Рослость слитка спокойной стали и внутренние газовые пузыри: причины образования
- 26 Основные преимущества непрерывной разливки по сравнению с разливкой в изложницы. Участки активного и пассивного охлаждения МНЛЗ и примерный тепловой баланс непрерывного слитка
- 27 Технология и особенности охлаждения металла в зоне вторичного охлаждения, длина ЗВО и температура поверхности слитка на выходе из ЗВО.
- 28 Особенности строения непрерывнолитого слитка кипящей стали и степень развития химической неоднородности в нем
- 29 Основные типы МНЛЗ. Особенности конструкции, преимущества и недостатки МНЛЗ горизонтального типа.
- 30 Основные типы МНЛЗ. Особенности конструкции, преимущества и недостатки МНЛЗ криволинейного и радиального типов, их отличие.
- 31 Основные типы МНЛЗ. Сравните достоинства и недостатки МНЛЗ вертикального типа и МНЛЗ вертикально-радиального типа
- 32 Кристаллизатор: назначение, конструкции, материал, стойкость, длина и форма поперечного сечения
- 33 Затравка: назначение, конструкции и технология применения
- 34 Особенности технологии начального периода разливки стали на МНЛЗ. Зависимость скорости разливки от сечения слитка и степени легирования стали.
- 35 Способы снижения трения слитка о стенки кристаллизатора и защиты металла от охлаждения, окисления и возможного образования заворотов окисленной корки
- 36 Влияние интенсивности вторичного охлаждения на качество слитка
- 37 Назначение электромагнитного перемешивания жидкой фазы затвердевающего слитка в кристаллизаторе и в зоне вторичного охлаждения
- 38 Перечислите основные дефекты слитков, получаемых непрерывной разливкой.
- 39 Продольные поверхностные трещины на гранях слитка: причины образования и способы борьбы
- 40 Причины образования сетчатых (паукообразных) поверхностных трещин, ужимин (поперечных и продольных углублений на поверхности слитка) и искажении профиля (ромбичности)
- Практические задания к контрольным работам (общая формулировка) (УК-11.1-У1, В1; ПК-3.1-У1, В1; ПСК-3-У1, В1):
1. Определить продолжительность затвердевания слитка спокойной стали при известных массе и размерах слитка.

2. Определить продолжительность затвердевания слитка полуспокойной стали при известных массе и размерах слитка.
 3. Определить продолжительность затвердевания слитка кипящей стали при известных массе и размерах слитка.
 4. Определить среднюю скорость затвердевания слитка спокойной стали при известных массе и размерах слитка.
 5. Определить среднюю скорость затвердевания слитка полуспокойной стали при известных массе и размерах слитка.
 6. Определить среднюю скорость затвердевания слитка кипящей стали при известных массе и размерах слитка.
 7. Определить диаметр канала стакана для разлива сверху кипящей стали при известных массе и размерах слитка.
 8. Определить диаметр канала стакана для разлива сверху полуспокойной стали при известных массе и размерах слитка.
 9. Определить диаметр канала стакана для разлива сверху спокойной стали при известных массе и размерах слитка, а также рекомендованной скорости наполнения слитка.
 10. Рассчитать скорость наполнения изложниц при известной марке стали, массе плавки, диаметре канала разливочного стакана стальной ковша и условиях разлива.
 11. Определить толщину затвердевшей корочки в непрерывнолитой заготовке из стали заданной марки в заданной токе металлургической длины МНЛЗ при известных сечении заготовки и скорости её вытягивания.
 12. Определить продолжительность (мин) и среднюю скорость затвердевания (мм/мин) НЛЗ известного сечения по заданной марке стали.
 13. Определить глубину лунки жидкого металла при непрерывной разливке заданной марки стали при известных сечении заготовки и скорости её вытягивания
 14. Определить максимально возможную скорость вытягивания заготовки известного сечения из заданной марки стали при условии завершения затвердевания в пределах металлургической длины МНЛЗ, если известны конструктивные параметры МНЛЗ.
 15. Определить требуемую металлургическую длину МНЛЗ, предназначенной для разлива спокойной стали на заготовку заданного сечения при известной скорости вытягивания.
 16. Вычислить продолжительность разлива плавки спокойной стали из ковша заданной вместимости при известной конструкции МНЛЗ, сечении и скорости вытягивания заготовки.
 17. Вычислить требуемое количество ручьев МНЛЗ для разлива спокойной стали из ковша заданной вместимости при известном сечении и рабочем диапазоне скорости вытягивания заготовки. Продолжительность разлива плавки не должна превышать 60 минут.
 18. Определить диаметр канала стакана сталеразливочного и промежуточного ковшей для разлива спокойной стали при известной конструкции МНЛЗ, сечении и скорости вытягивания заготовки.
- 3). Теоретические вопросы и практические задания, используемые при защите курсовой работы в форме устного опроса (УК-11.1-31, У1, В1; ПК-3.1-31, У1, В1; ПСК-3-31, У1, В1)

Теоретические вопросы при защите курсовой работы (УК-11.1-31, У1; ПК-3.1-31, У1; ПСК-3-31, У1):

1. Процессы, происходящие во время выпуска стали из сталеплавильного агрегата, выдержки ее в ковше и разлива.
2. Какие требования предъявляют к стали перед разливкой?
3. Дайте общую характеристику непрерывной разлива стали и ее сравнение с разливкой в изложницы.
4. Опишите тепловые условия затвердевания непрерывнолитой заготовки: участки охлаждения, условия теплоотвода, глубина лунки жидкого металла и скорость затвердевания.
5. Укажите основной вид (виды) теплопередачи при затвердевании заготовки в кристаллизаторе.
6. Укажите основной вид (виды) естественной теплопередачи при затвердевании заготовки в зоне вторичного охлаждения.
7. Формирование структуры непрерывнолитой заготовки спокойной стали.
8. Особенности разлива и строения непрерывнолитых заготовок кипящей и полуспокойной стали.
9. Перечислите основные виды классификации машин непрерывного литья заготовок.
10. Перечислите виды машин непрерывного литья заготовок. Дайте характеристику установкам непрерывной разлива стали вертикального типа (отличительные особенности, преимущества и недостатки).
11. Перечислите виды машин непрерывного литья заготовок. Дайте характеристику установкам непрерывной разлива стали радиального и криволинейного типа (отличительные особенности, преимущества и недостатки).
12. Перечислите виды машин непрерывного литья заготовок. Дайте характеристику установкам непрерывной разлива стали с изгибом слитка (отличительные особенности, преимущества и недостатки).
13. Перечислите виды машин непрерывного литья заготовок. Дайте характеристику установкам непрерывной разлива стали горизонтального типа (отличительные особенности, преимущества и недостатки).
14. Укажите основные преимущества МНЛЗ с вертикальным расположением технологической оси
15. Укажите основные преимущества МНЛЗ с радиальным и криволинейным расположением технологической оси
16. Перечислите основные узлы машины непрерывного литья заготовок. Промежуточный ковш: назначение, конструкция, технология применения.
17. Перечислите основные узлы машины непрерывного литья заготовок. Механизм качания кристаллизатора: назначение, конструкция, параметры работы.
18. Перечислите основные узлы машины непрерывного литья заготовок. Кристаллизатор: назначение, конструкции, материал, стойкость, длина и форма поперечного сечения.
19. Перечислите основные узлы машины непрерывного литья заготовок. Зона вторичного охлаждения: назначение, конструкция, способы подачи воды на слиток и варианты размещения форсунок и поддерживающих роликов в зависимости от формы поперечного сечения слитка.

20. Укажите основное назначение затравки в технологии непрерывной разливки стали.
21. Перечислите основные технологические операции непрерывной разливки стали, начиная с первой операцией по подготовке – осмотр и диагностика технического состояния узлом МНЛЗ.
22. Перечислите основные параметры непрерывной разливки и закономерности их регулирования. Зависимость скорости разливки от сечения слитка, температуры перегрева и степени легирования стали.
23. Способы подачи металла в кристаллизатор, их достоинства и недостатки, особенности применения. Роль шлакообразующих смесей при непрерывной разливке и требования к ним.
24. Перечислите основные дефекты непрерывнолитых заготовок. Подробно изложите условия формирования продольных и поперечных трещин, укажите причины их возникновения.
25. Перечислите основные дефекты непрерывнолитых заготовок. Подробно изложите условия формирования сетчатых и паукообразных трещин, укажите причины их возникновения.
26. Перечислите основные дефекты непрерывнолитых заготовок. Подробно изложите условия формирования осевой химической неоднородности, укажите причины её возникновения.
27. Перечислите основные дефекты непрерывнолитых заготовок. Подробно изложите условия формирования осевой рыхлости и осевой трещины, укажите причины их возникновения.
28. Укажите главные факторы, определяющий продолжительность затвердевания непрерывнолитой заготовки при оптимальных температурных условиях разливки.
29. Чем определяется максимально допустимая скорость вытягивания заготовки?
30. Дайте определение металлургической длине МНЛЗ.
31. Дайте определение термину «глубина лунки жидкого металла» и расскажите от чего она зависит?
32. Укажите основные параметры, определяющие скорость разливки стали (т/мин) через один ручей.
33. Укажите основные параметры, определяющие продолжительность разливки плавки.
34. Что необходимо учитывать при выборе диаметра канала разливочного стакана сталковша и промковша?
35. С какой целью при непрерывной разливке стали используют погружные стаканы и защитные трубы?

Практические задания для защиты курсовой работы (общие формулировки) (УК-11.1-У1, В1; ПК-3.1-У1, В1; ПСК-3-У1, В1):

1. Определить толщину затвердевшей корочки в непрерывнолитой заготовке из стали заданной марки в заданной токе металлургической длины МНЛЗ при известных сечении заготовки и скорости её вытягивания.
2. Определить продолжительность (мин) и среднюю скорость затвердевания (мм/мин) НЛЗ известного сечения по заданной марке стали.
3. Определить глубину лунки жидкого металла при непрерывной разливке заданной марки стали при известных сечении заготовки и скорости её вытягивания
4. Определить максимально возможную скорость вытягивания заготовки известного сечения из заданной марки стали при условии завершения затвердевания в пределах металлургической длины МНЛЗ, если известны конструктивные параметры МНЛЗ.
5. Определить требуемую металлургическую длину МНЛЗ, предназначенной для разливки спокойной стали на заготовку заданного сечения при известной скорости вытягивания.
6. Вычислить продолжительность разливки плавки спокойной стали из ковша заданной вместимости при известной конструкции МНЛЗ, сечении и скорости вытягивания заготовки.
7. Вычислить требуемое количество ручьев МНЛЗ для разливки спокойной стали из ковша заданной вместимости при известном сечении и рабочем диапазоне скорости вытягивания заготовки. Продолжительность разливки плавки не должна превышать 60 минут.
8. Определить диаметр канала стакана сталеразливочного и промежуточного ковшей для разливки спокойной стали при известной конструкции МНЛЗ, сечении и скорости вытягивания заготовки.

4). Теоретические вопросы и практические задания экзаменационных билетов для проведения экзамена в устной форме (УК-11.1-31, У1, В1; ПК-3.1-31, У1, В1; ПСК-3-31, У1, В1)

Теоретические вопросы экзаменационных билетов (УК-11.1-31, У1; ПК-3.1-31, У1; ПСК-3-31, У1):

1. Процессы, происходящие во время выпуска стали из сталеплавильного агрегата, выдержки ее в ковше и разливки
2. Способы разливки стали. Преимущества и недостатки разливки стали в изложницы сверху перед сифонной разливкой
3. Способы разливки стали. Преимущества и недостатки разливки стали в изложницы сифонным способом перед разливкой сверху
4. Изложите сущность процесса кристаллизации. Опишите процесс образования зародыша и роста кристалла. Сущность гомогенного и гетерогенного механизмов зарождения кристалла
5. Перечислите и опишите особенности роста кристаллов и влияние условий охлаждения на структуру металла. Раскройте понятие интервала кристаллизации и скорости затвердевания слитка
6. Дайте общую характеристику оборудованию для разливки стали в изложницы. Изложницы: виды, назначение, размеры. Влияние величины Н/D изложницы на качество слитка и скорость разливки.
7. Дайте общую характеристику оборудованию для разливки стали в изложницы. Объясните особенности конструкции изложниц для разливки спокойной, кипящей и полуспокойной сталей.
8. Перечислите стадии подготовки оборудования к разливке и изложите их содержание. Сформулируйте требования к температуре разливаемого металла и скорости разливки его в изложницы, а также их влияние на качество слитка.
9. Дайте классификацию и перечислите дефекты стальных слитков. Осевая рыхлость слитков спокойной стали: причины образования и способы борьбы. Плены: причины образования и способы борьбы
10. Дайте классификацию и перечислите дефекты стальных слитков. Заворот корки: причины образования и способы

- борьбы. Продольные холодные наружные трещины: причины образования и способы борьбы
11. Дайте классификацию и перечислите дефекты стальных слитков. Поперечные горячие трещины: причины образования и способы борьбы. Подкорковые пузыри: причины образования
12. Дайте классификацию и перечислите дефекты стальных слитков. Продольные наружные горячие трещин: причины образования и способы борьбы. Рослость слитков спокойной и кипящей стали: причины образования
13. Связь между скоростью образования зародышей, линейной скоростью кристаллизации и величиной переохлаждения. Как влияет соотношение между скоростью образования зародышей и линейной скоростью кристаллизации на структуру металла
14. Структурные зоны слитка спокойной стали и их формирование при кристаллизации. Величина головной обреза в слитках спокойной стали.
15. Структурные зоны механически закупоренного слитка кипящей стали и их формирование при кристаллизации. Технология механического закупоривания и величина головной обреза.
16. Структурные зоны химически закупоренного слитка кипящей стали и их формирование при кристаллизации. Технология химического закупоривания и величина головной обреза.
17. Изложите причину образования усадочной раковины в слитке спокойной стали и перечислите мероприятия, способствующие ее выводу в верхнюю часть слитка.
18. Поведение полуспокойной стали при ее кристаллизации. Строение слитков полуспокойной стали при различной степени ее раскисленности. Оптимальная степень раскисленности полуспокойной стали и ее регулирование по ходу разливки
19. Факторы, влияющие на толщину наружной корки без пузырей в слитках кипящей стали. Способы повышения скорости разливки кипящей стали и их характеристика
20. Виды химической неоднородности слитков и критерий оценки химической неоднородности. Зональная ликвация - определение, причины образования, и способы снижения ее развития. Дендритная ликвация – определение, причины образования, степень ликвации по элементам и отрицательное влияние на свойства стали.
21. Проявление зональной ликвации в слитке спокойной стали. Специфические виды ликвации примесей в слитке спокойной стали, причины их образования и способы борьбы. Общие закономерности в распределении ликвирующих примесей в слитках спокойной и кипящей стали
22. Причины образования усадочной раковины и ее влияние на выход годного при разливке в изложницы. Специальные методы теплоизоляции и обогрева верха слитка спокойной стали, способствующие выводу усадочной раковины в верхнюю часть слитка: назначение, сущность.
23. Опишите технологию разливки спокойной стали и меры по защите металла от окисления.
24. Опишите особенности разливки кипящей стали при механическом и химическом закупоривании. Перечислите способы увеличения скорости разливки и дайте их характеристику.
25. Виды химической неоднородности слитков и критерий оценки химической неоднородности. Дендритная ликвация – определение, причины образования, степень ликвации по элементам и отрицательное влияние на свойства стали.
26. Дайте общую характеристику непрерывной разливки стали и ее сравнение с разливкой в изложницы.
27. Опишите условия затвердевания непрерывнолитого слитка: участки охлаждения, условия теплоотвода, глубина лунки жидкого металла и скорость затвердевания.
28. Технология и особенности охлаждения металла в кристаллизаторе, толщина затвердевшей корки на выходе из кристаллизатора, требования к ней, температура поверхности слитка на выходе из кристаллизатора
29. Образование структурных зон и химическая неоднородность в непрерывном слитке спокойной стали
30. Технология и особенности охлаждения металла в зоне вторичного охлаждения, длина ЗВО и температура поверхности слитка на выходе из ЗВО.
31. Особенности строения непрерывнолитого слитка кипящей стали и степень развития химической неоднородности в нем
32. Перечислите виды машин непрерывного литья заготовок. Дайте характеристику установкам непрерывной разливки стали вертикального типа (отличительные особенности, преимущества и недостатки).
33. Перечислите виды машин непрерывного литья заготовок. Дайте характеристику установкам непрерывной разливки стали радиального типа (отличительные особенности, преимущества и недостатки).
34. Перечислите виды машин непрерывного литья заготовок. Дайте характеристику установкам непрерывной разливки стали криволинейного типа (отличительные особенности, преимущества и недостатки).
35. Перечислите виды машин непрерывного литья заготовок. Дайте характеристику установкам непрерывной разливки стали с изгибом слитка (отличительные особенности, преимущества и недостатки).
36. Перечислите виды машин непрерывного литья заготовок. Дайте характеристику установкам непрерывной разливки стали горизонтального типа (отличительные особенности, преимущества и недостатки).
37. Сформулируйте основные достоинства и недостатки различных видов МНЛЗ по конструкции, эксплуатации и качеству получаемой заготовки. Особенности применения МНЛЗ различных видов в зависимости от свойств разливаемой стали.
38. Перечислите основные узлы машины непрерывного литья заготовок. Промежуточный ковш: назначение, конструкция, футеровка, технология применения.
39. Перечислите основные узлы машины непрерывного литья заготовок. Механизм качания кристаллизатора: назначение, амплитуда и частота качания. Новые системы качания кристаллизаторов.
40. Перечислите основные узлы машины непрерывного литья заготовок. Кристаллизатор: назначение, конструкции, материал, стойкость, длина и форма поперечного сечения. Современные требования к конструкции кристаллизаторов.
41. Перечислите основные узлы машины непрерывного литья заготовок. Зона вторичного охлаждения: назначение, протяженность, конструкция, способы подачи воды на слиток и варианты размещения форсунок и поддерживающих устройств в зависимости от формы поперечного сечения слитка. Влияние интенсивности вторичного охлаждения на

качество слитка

42. Температура металла, разливаемого на МНЛЗ и последовательность операций по подготовке МНЛЗ к разливке. Особенности технологии начального периода разливки стали на МНЛЗ. Зависимость скорости разливки от сечения слитка и степени легирования стали.
43. Способы подачи металла в кристаллизатор, их достоинства и недостатки, особенности применения.
44. Роль шлакообразующих смесей при непрерывной разливке и требования к ним. Расход смеси и оптимальная толщина смеси в кристаллизаторе. Способы снижения трения слитка о стенки кристаллизатора и защиты металла от охлаждения, окисления и возможного образования заворотов окисленной корки
45. Дайте оценку качеству непрерывно литых заготовок по отношению к слиткам, полученным в изложницах. Перечислите основные дефекты слитков, получаемых не-прерывной разливкой, объясните причины их появления и сформулируйте возможные мероприятия по их устранению.
46. Виды установок непрерывной разливки стали нового поколения. Схема производственного процесса, особенности конструкции, преимущества и недостатки
47. Дайте сравнительную характеристику различным способам разливки стали: в изложницы, традиционные МНЛЗ, литейно-прокатные комплексы
48. Перечислите направления по совершенствованию технологии и техники непрерывной разливки стали.
49. Виды установок непрерывной разливки стали нового поколения. Стадии совершенствования литейно-прокатных комплексов первого, полуторного и второго поколений, особенности технологической схемы и конструкции основных узлов ЛПК, преимущества и недостатки.
50. Виды установок непрерывной разливки стали нового поколения. Установки непрерывной отливки полосы валкового и ленточного типов, конструктивные особенности, преимущества и недостатки.

Практические задания экзаменационных билетов (общие формулировки) (УК-11.1-У1, В1; ПК-3.1-У1, В1; ПСК-3-У1, В1):

1. Определить продолжительность затвердевания слитка спокойной стали при известных массе и размерах слитка.
 2. Определить продолжительность затвердевания слитка полуспокойной стали при известных массе и размерах слитка.
 3. Определить продолжительность затвердевания слитка кипящей стали при известных массе и размерах слитка.
 4. Определить среднюю скорость затвердевания слитка спокойной стали при известных массе и размерах слитка.
 5. Определить среднюю скорость затвердевания слитка полуспокойной стали при известных массе и размерах слитка.
 6. Определить среднюю скорость затвердевания слитка кипящей стали при известных массе и размерах слитка.
 7. Определить диаметр канала стакана для разливки сверху кипящей стали при известных массе и размерах слитка.
 8. Определить диаметр канала стакана для разливки сверху полуспокойной стали при известных массе и размерах слитка.
 9. Определить диаметр канала стакана для разливки сверху спокойной стали при известных массе и размерах слитка, а также рекомендованной скорости наполнения слитка.
 10. Рассчитать скорость наполнения изложниц при известной марке стали, массе плавки, диаметре канала разливочного стакана сталковша и условиях разливки.
 11. Определить толщину затвердевшей корочки в непрерывнолитой заготовке из стали заданной марки в заданной токе металлургической длины МНЛЗ при известных сечении заготовки и скорости её вытягивания.
 12. Определить продолжительность (мин) и среднюю скорость затвердевания (мм/мин) НЛЗ известного сечения по заданной марке стали.
 13. Определить глубину лунки жидкого металла при непрерывной разливке заданной марки стали при известных сечении заготовки и скорости её вытягивания
 14. Определить максимально возможную скорость вытягивания заготовки известного сечения из заданной марки стали при условии завершения затвердевания в пределах металлургической длины МНЛЗ, если известны конструктивные параметры МНЛЗ.
 15. Определить требуемую металлургическую длину МНЛЗ, предназначенной для разливки спокойной стали на заготовку заданного сечения при известной скорости вытягивания.
 16. Вычислить продолжительность разливки плавки спокойной стали из ковша заданной вместимости при известной конструкции МНЛЗ, сечении и скорости вытягивания заготовки.
 17. Вычислить требуемое количество ручьев МНЛЗ для разливки спокойной стали из ковша заданной вместимости при известном сечении и рабочем диапазоне скорости вытягивания заготовки. Продолжительность разливки плавки не должна превышать 60 минут.
 18. Определить диаметр канала стакана сталеразливочного и промежуточного ковшей для разливки спокойной стали при известной конструкции МНЛЗ, сечении и скорости вытягивания заготовки.
- 5). Тестовые вопросы и задания для проведения этапов промежуточной аттестации в форме компьютерного тестирования (УК-11.1-31, У1, В1; ПК-3.1-31, У1, В1; ПСК-3-31, У1, В1)

Тестовые вопросы (УК-11.1-31; ПК-3.1-31; ПСК-3-31):

1. Укажите назначение сталеразливочного ковша в современной технологии производства стали.
2. Укажите цель операции по раскислению стали.
3. Укажите основную цель операции по вакуумированию стали.
4. Укажите основную цель операции по обработке стали синтетическими шлаками и шлакообразующими смесями.
5. Укажите оптимальную температуру перегрева металла в промежуточном ковше МНЛЗ, при котором обеспечиваются наиболее благоприятные условия формирования непрерывнолитой заготовки.
6. Укажите верхний предел содержания серы и фосфора в стали, разливаемой на МНЛЗ.

7. Укажите требования непрерывной разливки по содержанию водорода в стали.
8. Укажите главные факторы, определяющий продолжительность затвердевания непрерывнолитой заготовки при оптимальных температурных условиях разливки.
9. Величину коэффициента затвердевания k (мм/мин^{1/2}) при оптимальных температурных условиях разливки спокойной стали составляет...
10. Максимально допустимая скорость вытягивания заготовки определяется...
11. Metallургическая длина МНЛЗ – это...
12. Глубина лунки жидкого металла зависит от...
13. Глубина лунки жидкого металла – это...
14. Укажите основное преимущество непрерывной разливки перед разливкой в изложнице.
15. За счет чего в первую очередь следует обеспечивать достижение заданной производительности разливочного отделения при непрерывной разливке стали известного сечения?
16. Укажите основные параметры, определяющие скорость разливки стали (т/мин) через один ручей.
17. Укажите основные параметры, определяющие продолжительность разливки плавки.
18. Что необходимо учитывать при выборе диаметра канала разливочного стакана стальной ковша?
19. Что необходимо учитывать при выборе диаметра канала разливочного стакана промковша?
20. Что в конструкции МНЛЗ обусловлено естественной усадкой стали?
21. С какой целью при непрерывной разливке стали используют погружные стаканы и защитные трубы?
22. Укажите основной вид (виды) теплопередачи при затвердевании заготовки в кристаллизаторе.
23. Укажите основной вид (виды) естественной теплопередачи при затвердевании заготовки в зоне вторичного охлаждения.
24. Температура поверхности заготовки в зоне вторичного охлаждения должна находиться ...
25. В чём основные преимущества водо-воздушной системы вторичного охлаждения перед струйной?
26. Укажите наиболее общую формулировку причин образования трещин в непрерывнолитой заготовке.
27. Осевая рыхлость – это...
28. Осевая трещина – это...
29. Осевая химическая неоднородность – это...
30. Укажите отличительные особенности слабой заготовки.
31. Укажите отличительные особенности блюмовой заготовки.
32. Укажите отличительные особенности сортовой заготовки.
33. Перечислите основные узлы МНЛЗ в направлении разливки, начиная с устройства быстрой замены сталеразливочного ковша.
34. Перечислите основные технологические операции непрерывной разливки стали, начиная с первой операцией по подготовке – осмотр и диагностика технического состояния узлом МНЛЗ.
35. Укажите основное назначение затравки в технологии непрерывной разливки стали.
36. Зональная ликвация – это...
37. Дендритная ликвация – это...
38. Отметьте 2 верных определения стали.
39. Укажите основную функцию промежуточного ковша.
40. Выход годного (в виде непрерывнолитой заготовки) при непрерывной разливке составляет...
41. Основным преимуществом серийной разливки стали методом «плавка на плавку» является...
42. За счет чего обеспечивается постоянный и небольшой напор струи металла, подаваемого из промковша в кристаллизатор?
43. Чем при проектировании МНЛЗ руководствуются при определении расстояния между рядами роликов в зоне вторичного охлаждения?
44. Укажите основные преимущества МНЛЗ с вертикальным расположением технологической оси
45. Укажите основные преимущества МНЛЗ с радиальным и криволинейным расположением технологической оси

Тестовые задачи (общая формулировка (УК-11.1-У1, В1; ПК-3.1-У1, В1; ПСК-3-У1, В1):

1. Определить толщину затвердевшей корочки в непрерывнолитой заготовке из стали заданной марки в заданной токе металлургической длины МНЛЗ при известном сечении заготовки и скорости её вытягивания.
2. Определить продолжительность (мин) и среднюю скорость затвердевания (мм/мин) НЛЗ известного сечения по заданной марке стали.
3. Определить глубину лунки жидкого металла при непрерывной разливке заданной марки стали при известном сечении заготовки и скорости её вытягивания
4. Определить максимально возможную скорость вытягивания заготовки известного сечения из заданной марки стали при условии завершения затвердевания в пределах металлургической длины МНЛЗ, если известны конструктивные параметры МНЛЗ.
5. Определить требуемую металлургическую длину МНЛЗ, предназначенной для разливки спокойной стали на заготовку заданного сечения при известной скорости вытягивания.
6. Вычислить продолжительность разливки плавки спокойной стали из ковша заданной вместимости при известной конструкции МНЛЗ, сечении и скорости вытягивания заготовки.
7. Вычислить требуемое количество ручьев МНЛЗ для разливки спокойной стали из ковша заданной вместимости при известном сечении и рабочем диапазоне скорости вытягивания заготовки. Продолжительность разливки плавки не должна превышать 60 минут.
8. Определить диаметр канала стакана сталеразливочного и промежуточного ковша для разливки спокойной стали при известной конструкции МНЛЗ, сечении и скорости вытягивания заготовки.

5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (модулю, практике, НИР) - эссе, рефераты, практические и расчетно-графические работы, курсовые работы, проекты и др.

Курсовая работа на тему: "Расчет параметров непрерывной разливки стали" по вариантам (УК-11.1-31, У1, В1; ПК-3.1-31, У1, В1; ПСК-3-31, У1, В1). Варианты заданий приведены в методических указаниях по выполнению курсовой работы. Задание на выполнение курсовой работы выдается на 2 неделе семестра, срок сдачи на проверку - 14 неделя. Консультации по вопросам, связанным с выполнением курсовой работы проводятся по согласованию с преподавателем, ведущим дисциплину, в соответствии с расписанием.

Оформленная в соответствии со стандартами курсовая работа сдается на кафедру металлургических технологий и оборудования. Правильно выполненная работа допускается к защите. Работа, не допущенная к защите, возвращается студенту на доработку.

Защита курсовой работы может проводиться в устной форме по контрольным вопросам и заданиям, или в виде компьютерного тестирования по тестовым заданиям в среде LMS Canvas.

5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

Текущий контроль результатов освоения УД в соответствии с рабочей программой и календарно-тематическим планом происходит при использовании следующих обязательных форм контроля:

- 1). Выполнение и защита лабораторных работ в виде устного опроса по контрольным вопросам (УК-11.1-31, У1; ПК-3.1-31, У1; ПСК-3-31, У1);
- 2). Выполнение контрольных работ в письменной форме по билетам (УК-11.1-31, У1, В1; ПК-3.1-31, У1, В1; ПСК-3-31, У1, В1). Ниже представлен образец билета для контрольной работы.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИСиС»

Новотроицкий филиал

Кафедра металлургических технологий и оборудования

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 1

БИЛЕТ № 0

Дисциплина: «Разливка и кристаллизация стали»

Направление подготовки бакалавров: 22.03.02 «Металлургия»

Профиль подготовки: «Металлургия черных металлов»

Форма обучения: очная

Форма проведения контрольной работы: письменная

1. Способы разливки стали. Преимущества и недостатки сифонной разливки.
2. Способы разливки стали. Преимущества и недостатки разливки сверху.

Задача. Определить диаметр канала стакана для разливки сверху стали марки 10кп из 180-т сталеразливочного ковша на слитки массой 12т. Высота слитка = 2,3 м.

Составил:

зав. кафедрой МТиО _____ А.Н. Шаповалов

Промежуточная аттестация по УД осуществляется при использовании следующих обязательных форм контроля:

- 1). Выполнение и защита курсовой работы в устной форме по контрольным вопросам и заданиям, или в виде компьютерного тестирования по тестовым заданиям в среде LMS Canvas (УК-11.1-31, У1, В1; ПК-3.1-31, У1, В1; ПСК-3-31, У1, В1). Тесты для защиты курсовой работы генерируются системой LMS Canvas из банка тестовых вопросов и заданий. Тест состоит из 10 теоретических вопросов (1 балл за правильный ответ) и 2-х задач (5 балла за правильный ответ). Время прохождения теста ограничено - 20 минут.
- 2). Экзамен, который может проводится в устной форме по билетам, включающим теоретические вопросы и задачи, охватывающие все разделы УД, или в тестовой форме по тестовым заданиям в среде LMS Canvas (УК-11.1-31, У1, В1; ПК-3.1-31, У1, В1; ПСК-3-31, У1, В1).

Ниже представлен образец экзаменационного билета.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

НОВОТРОИЦКИЙ ФИЛИАЛ

Кафедра металлургических технологий и оборудования

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 0

Дисциплина: «Разливка и кристаллизация стали»

Направление подготовки бакалавров: 22.03.02 «Металлургия»

Профиль подготовки: «Металлургия черных металлов»

Форма обучения: очная

Форма проведения экзамена: устная

1. Процессы, происходящие во время выпуска стали из сталеплавильного агрегата, выдержки ее в ковше и разливки.
 2. Перечислите основные узлы машины непрерывного литья заготовок. Кристаллизатор: назначение, конструкции, материал, стойкость, длина и форма поперечного сечения. Современные требования к конструкции кристаллизаторов.
- Задача. Определить диаметр канала стакана промежуточного ковша при разливке сверху стали марки 20 на слитки массой 9т. Вместимость сталеразливочного ковша составляет 200т. Разливка производится сифонным способом в изложницы, установленные на 4-местных поддонах. Наилучшее качество поверхности слитков получается при скорости наполнения изложниц от 0,3 до 0,5 м/мин. Высота слитка = 2,3 м. Недостающие данные принять самостоятельно.

Составил:

зав. кафедрой МТиО _____ А.Н. Шаповалов

Тесты для экзамена генерируются системой LMS Canvas из банка тестовых вопросов и заданий. Тест состоит из 20 теоретических вопросов (1 балл за правильный ответ) и 4-х задач (5 балла за правильный ответ). Время прохождения теста ограничено - 40 минут.

5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

- 1). Критерии оценки защиты отчетов по лабораторным работам
 «зачтено» - выполнены все задания лабораторной работы, студент ответил на все контрольные вопросы
 «не зачтено» - студент не выполнил или выполнил неправильно задания лабораторной работы, студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.
- 2). Критерии оценки контрольных работ
 «Отлично» - за полное овладение содержанием учебного материала, владение понятийным аппаратом, умение решать практические задачи, грамотное, логичное изложение ответа.
 «Хорошо» - если студент полно освоил учебный материал, владеет понятийным аппаратом, осознанно применяет знания для решения практических задач, грамотно излагает ответ, но содержание и форма ответа имеют некоторые неточности
 «Удовлетворительно» - если студент обнаруживает знание и понимание основных положений учебного материала, но излагает его неполно, непоследовательно, допускает неточности в определении понятий, в применении знаний для решения практических задач, не умеет доказательно обосновать свои суждения
 «Неудовлетворительно» - если студент имеет разрозненные, бессистемные знания, не умеет выделять главное и второстепенное, допускает ошибки в определении понятий, искажает их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал, не может применять знания для решения практических задач; за полное незнание и непонимание учебного материала или отказ отвечать
- 3). Критерии оценки защиты курсовой работы в устной форме
 «Отлично» - работа содержит грамотно изложенную расчетную базу, характеризуется отсутствием ошибок в расчетах, логичным и последовательным изложением материала в пояснительной части. При защите работы студент показывает глубокие знания вопросов темы; свободно оперирует расчетными данными; легко отвечает на поставленные вопросы.
 «Хорошо» - работа содержит грамотно изложенную расчетную базу, характеризуется отсутствием ошибок в расчетах, логичным и последовательным изложением материала в пояснительной части. При защите работы студент показывает знания вопросов темы; без особых затруднений отвечает на поставленные вопросы.
 «Удовлетворительно» - работа содержит расчетную базу, характеризуется наличием отдельных ошибок в расчетах. При защите студент проявляет неуверенность, показывает слабое знание вопросов темы, не дает полного, аргументированного ответа на заданные вопросы.
 «Неудовлетворительно» - работа не содержит расчетную базу, не отвечает требованиям, изложенным в методических указаниях, имеет значительные ошибки в расчетах. При защите студент затрудняется отвечать на поставленные вопросы по теме, не знает теории вопроса, при ответе допускает существенные ошибки.
- 4). Критерии защиты курсовой работы в форме тестирования:
 «Отлично» - получение более 90 % баллов по тесту при выполнении теста за регламентированное время
 «Хорошо» - получение от 75 до 90 % баллов по тесту при выполнении теста за регламентированное время
 «Удовлетворительно» - получение от 50 до 75 % баллов по тесту при выполнении теста за регламентированное время
 «Неудовлетворительно» - получение менее 50 % баллов по тесту
- 5). Критерии оценки экзамена в устной форме:
 «Отлично» - студент демонстрирует системные теоретические знания, владеет терминологией, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, показывает свободное владение монологической речью и способность быстро реагировать на уточняющие вопросы.
 «Хорошо» - студент демонстрирует прочные теоретические знания, владеет терминологией, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, но при этом делает несущественные ошибки, которые быстро исправляет самостоятельно или при незначительной коррекции преподавателем.
 «Удовлетворительно» - студент демонстрирует неглубокие теоретические знания, проявляет слабо сформированные навыки анализа явлений и процессов, недостаточное умение делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает не достаточно свободное владение терминологией, логичностью и последовательностью изложения, делает ошибки, которые может исправить только при коррекции преподавателем.
 «Неудовлетворительно» - студент демонстрирует незнание теоретических основ предмета, не умеет делать аргументированные выводы и приводить примеры, не владеет терминологией, проявляет отсутствие логичности и последовательностью изложения, делает ошибки, которые не может исправить даже при коррекции преподавателем.
- 6). Критерии оценки экзамена в форме компьютерного тестирования:
 «Отлично» - получение более 90 % баллов по тесту при выполнении теста за регламентированное время
 «Хорошо» - получение от 75 до 90 % баллов по тесту при выполнении теста за регламентированное время
 «Удовлетворительно» - получение от 50 до 75 % баллов по тесту при выполнении теста за регламентированное время
 «Неудовлетворительно» - получение менее 50 % баллов по тесту

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес
---------------------	----------	------------	------------------------------

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес
Л1.1	Кудрин В.А.	Теория и технология производства стали: Учебник для вузов		М.: "Мир", ООО "Издательство АСТ", 2003,
Л1.2	А.В.Нефедов, Н.А.Чиченев, И.А.Шур	Машины и агрегаты непрерывного литья заготовок : Учебник		НФ НИТУ «МИСиС», 2014, http://elibrary.misis.ru ; www.nf.misis.ru

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес
Л2.1	Смирнов А.Н., Куберский С.В., Штепан Е.В.	Непрерывная разливка стали: Учебник		Донецк: ДонНТУ, 2011,

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес
Л3.1	Шаповалов А.Н.	Разливка и кристаллизация стали: Методические указания		Новотроицк: НФ НИТУ «МИСиС», 2007,
Л3.2	Шаповалов А.Н.	Разливка и кристаллизация стали: Лабораторный практикум		Новотроицк: НФ НИТУ «МИСиС», 2020, http://elibrary.misis.ru/view.php?fDocumentId=10565
Л3.3	Шаповалов А.Н.	Расчет параметров непрерывной разливки стали: Методические указания для выполнения курсовой работы		Новотроицк: НФ НИТУ «МИСиС», 2020, http://elibrary.misis.ru/view.php?fDocumentId=10567

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Сайт НФ НИТУ "МИСиС"	www.nf.misis.ru
Э2	НЭБ НИТУ "МИСиС"	www.elibrary.ru
Э3	Российская научная электронная библиотека	www.elibrary.ru

6.3 Перечень программного обеспечения

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Освоение дисциплины предполагает как проведение традиционных аудиторных занятий, так и работу в электронной информационно-образовательной среде НИТУ «МИСиС» (ЭИОС), частью которой непосредственно предназначенной для осуществления образовательного процесса является Электронный образовательный ресурс LMS Canvas.

Рекомендации по успешному освоению курса в традиционной форме.

Для успешного усвоения теоретического материала необходимо регулярно посещать лекции, перечитывать лекционный материал, значительное внимание уделять самостоятельному изучению дисциплины.

Программа дисциплины включает лекционные, практические занятия и лабораторные занятия, выполнение курсовой работы.

Курсовая работа отличается значительными затратами времени и требует от студента знаний лекционного материала, методических указаний по выполнению курсовой работы и большого внимания. В связи с этим, при планировании своей самостоятельной работы вам следует учитывать, что пропуск лекционных занятий и невнимательное отношение к изучению методических указаний существенно осложнит выполнение курсовой работы.

Подготовка к выполнению курсовой работы заключается в изучении соответствующих методических указаний и стандартов по оформлению работы. Задание на выполнение курсовой работы выдается на 2 неделе семестра, срок сдачи на проверку - 14 неделя. Консультации по вопросам, связанным с выполнением курсовой работы проводятся по согласованию с преподавателем, ведущим дисциплину, в соответствии с расписанием.

Оформленная в соответствии со стандартами курсовая работа сдается на кафедру металлургических технологий и оборудования. Правильно выполненная работа допускается к защите, которая проводится в устной форме на экзаменационной сессии. Работа, не допущенная к защите, возвращается студенту на доработку.

Лабораторные работы отличаются значительными энергозатратами. Часть работ проводится при использовании высокотемпературных агрегатов, связана со значительными затратами времени, кроме того, для их полноценного выполнения требуется участие в ней нескольких студентов под руководством преподавателя или лаборанта. В связи с этим, при планировании своей учебной работы вам следует учитывать, что пропуск лабораторного занятия связан со сложностями их выполнения.

Подготовка к выполнению лабораторной работы заключается в составлении теоретического введения к лабораторной работе. После выполнения лабораторной работы оформляется отчет. Работа считается полностью зачтенной после ее защиты. Защита лабораторных работ проводится на лабораторных занятиях.

Участие в практических занятиях требует от студентов высокой степени самостоятельности и способствует более глубокому освоению теоретических положений и их практического использования. На практических занятиях студенты под руководством преподавателя выполняют расчеты сталеплавильных процессов, а полученные результаты сопоставляют с реальными производственными величинами.

Подготовка к экзамену по дисциплине заключается в изучении теоретического материала по конспектам лекций, источникам основной и дополнительной литературы.

Чтобы вам было интереснее изучать металлургические дисциплины, проследить их взаимосвязь с вашей специальностью, необходимо постоянно расширять свой кругозор, в чем большую помощь может оказать периодическая литература: журналы «Известия вузов. Черная металлургия», «Металлург» и «Сталь».

Рекомендации по освоению дисциплины в дистанционной форме посредством электронной информационно-образовательной среды НИТУ «МИСиС» (ЭИОС), частью которой непосредственно предназначена для осуществления образовательного процесса является Электронный образовательный ресурс LMS Canvas.

LMS Canvas используется преимущественно для асинхронного взаимодействия между участниками образовательного процесса посредством сети «Интернет».

Чтобы эффективно использовать возможности LMS Canvas, а соответственно и успешно освоить дисциплину, нужно:

- 1) зарегистрироваться на курс, для чего следует перейти по ссылке, выдаваемой сотрудниками деканата или преподавателем. Логин и пароль для регистрации и работе с курсом совпадает с логином и паролем от личного кабинета НИТУ МИСиС;
- 2) в рубрике «В начало» ознакомиться с содержанием курса, вопросами для самостоятельной подготовки, условиями допуска к аттестации, формой промежуточной аттестации (зачет/экзамен), критериями оценивания и др.;
- 3) в рубрике «Модули», заходя в соответствующие разделы изучать учебные материалы, размещенные преподавателем. В т.ч. пользоваться литературой, рекомендованной преподавателем, переходя по ссылкам;
- 4) в рубрике «Библиотека» возможно подбирать для выполнения письменных работ (контрольные, домашние работы, курсовые работы/проекты) литературу, размещенную в ЭБС НИТУ «МИСиС»;
- 5) в рубрике «Задания» нужно ознакомиться с содержанием задания к письменной работе, сроками сдачи, критериями оценки. В установленные сроки выполнить работу(ы), подгрузить здесь же для проверки. Если работа содержит рисунки, формулы, то с целью сохранения форматирования ее нужно подгружать в pdf формате.

Работа, подгружаемая для проверки, должна:

- содержать все структурные элементы: титульный лист, введение, основную часть, заключение, список источников, приложения (при необходимости);
- быть оформлена в соответствии с требованиями.

Преподаватель в течение установленного срока (не более десяти дней) проверяет работу и размещает в комментариях к заданию рецензию. В ней он указывает как положительные стороны работы, так замечания. При наличии в рецензии замечаний и рекомендаций, нужно внести поправки в работу, подгрузить ее заново для повторной проверки. При этом важно следить за сроками, в течение которых должно быть выполнено задание. При нарушении сроков, указанных преподавателем возможность подгрузить работу остается, но система выводит сообщение о нарушении сроков. По окончании семестра подгрузить работу не получится;

- 6) в рубрике «Тесты» пройти тестовые задания, освоив соответствующий материал, размещенный в рубрике «Модули»;
- 7) в рубрике «Оценки» отслеживать свою успеваемость;
- 8) в рубрике «Объявления» читать объявления, размещаемые преподавателем, давать обратную связь;
- 9) в рубрике «Обсуждения» создавать обсуждения и участвовать в них (обсуждаются общие моменты, вызывающие вопросы у большинства группы). Данная рубрика также может быть использована для взаимной проверки;
- 10) проявлять регулярную активность на курсе.

Преимущественно для синхронного взаимодействия между участниками образовательного процесса посредством сети «Интернет» используется система видеоконференцсвязи Microsoft Teams (MS Teams) или Zoom. Вариант используемой системы ВКС указывает преподаватель. Чтобы полноценно использовать его возможности нужно установить приложение ВКС на персональный компьютер и/или телефон. Старостам нужно создать группу в MS Teams или получить идентификационный номер конференции в Zoom. Система ВКС позволяет:

- слушать лекции;
- работать на практических занятиях;
- быть на связи с преподавателем, задавая ему вопросы или отвечая на его вопросы в общем чате.

При проведении занятий в дистанционном синхронном формате нужно всегда работать с включенной камерой.

Исключение – если преподаватель попросит отключить камеры и микрофоны в связи с большими помехами. На аватарках должны быть исключительно деловые фото.