

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»**

**Институт технологий и инженерной механики  
Кафедра цифровых технологий и машин в литейном производстве**

**УТВЕРЖДАЮ: УТВЕРЖДАЮ  
Директор института технологий и  
инженерной механики**

  
Могильная Е.П.

« 18 » 04 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Теоретические основы литейного производства»**

По направлению подготовки 22.03.02 Metallurgy

Профиль «Литейное производство чёрных и цветных металлов и сплавов»

**Луганск – 2023**

## Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы литейного производства» по направлению подготовки 22.03.02 Metallurgy. – 18 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы литейного производства» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 22.03.02 Metallurgy, утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 02.06.2020 г. № 702.

### СОСТАВИТЕЛЬ:

доц. к.т.н. Голофаев А. Н.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры цифровых технологий и машин в литейном производстве «11» 04 2023 г., протокол № 10

Заведующий кафедрой цифровых технологий и машин в литейном производстве \_\_\_\_\_ Свино́ров Ю.И.

Переутверждена: «  » \_\_\_\_\_ 20   г., протокол № \_\_\_\_\_

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института \_\_\_\_\_ «18» 04 2023 г., протокол № 3.

Председатель учебно-методической комиссии института технологий и инженерной механики \_\_\_\_\_ Ясу́ник С.Н.

© Голофаев А. Н., 2023 год  
© ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля», 2023 год

## Структура и содержание дисциплины

### 1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Целью изучения дисциплины является изучение вопросов теории формирования без дефектных отливок с наперёд заданными физико-механическими, технологическими и эксплуатационными свойствами.

Основной задачей изучения дисциплины:

- изучение теоретических основ процессов формирования отливок;
- приобретение опыта в расчётах гидравлических и тепловых процессов в системе отливка-форма;
- научиться разрабатывать математические модели процессов формирования отливок.

### 2. Место дисциплины в структуре ООП ВО.

Дисциплина теоретические основы литейного производства относится к модулю базовых профессиональных дисциплин (Б1.В.05).

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются: знания математики, физики, химии, термодинамики, теории теплопередачи, кристаллизации, технологии литейного производства, знания о процессах литейного производства, о способах формообразования отливок, о литейных свойствах сплавов, материаловедения. Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин: Технологии литейного производства, Проектирование оснастки и служит основой для освоения дисциплин: Проектирование литейной технологии, Плавка сплавов, Компьютерное моделирование литейных процессов.

### 3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ПК-2. Внедрение новой техники и технологии при производстве литых изделий	ПК-2.2. Осуществляет разработку новых технологических процессов получения отливок средней сложности с применением цифровых технологий	Знать: - основы теории гидравлических процессов заполнения литейной формы; - основы теории кристаллизации, затвердевания и охлаждения сплавов в литейных формах; - основы теории усадочных процессов при формировании отливок; - методики определения гидравлических, тепловых и усадочных процессов в системе отливка-форма;
		Уметь: - определить

		<p>размеры (площади сечений) элементов литниковопитающих систем;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определять время затвердевания отливок;</li> <li>- обосновать оптимальный технологический вариант изготовления отливки;</li> <li>- управлять кристаллическим строением сплава отливки и получать без дефектную отливку;</li> <li>- определить место установки прибылей, холодильников и производить их расчёт;</li> <li>- определять напряжённо-деформированное состояние отливок от градиента температур.</li> </ul>
		<p>Владеть: навыками компьютерного моделирования литейных процессов в литейной форме.</p>

#### 4. Структура и содержание дисциплины

##### 4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Заочная форма
<b>Общая учебная нагрузка (всего)</b>	<b>108</b> <b>(3 зач. ед)</b>	<b>108</b> <b>(3 зач. ед)</b>
<b>Обязательная контактная работа (всего)</b>	<b>60</b>	<b>16</b>
<b>в том числе:</b>		
Лекции	36	6
Семинарские занятия		
Практические занятия	24	10
Лабораторные работы	-	-
Курсовая работа (курсовой проект)		
Другие формы и методы организации образовательного процесса ( <i>расчетно-графические работы, индивидуальные задания и т.п.</i> )	-	-
<b>Самостоятельная работа студента (всего)</b>	<b>48</b>	<b>92</b>

Форма аттестации	экзамен	экзамен
------------------	---------	---------

## 4.2. Содержание разделов дисциплины

**Тема 1.** Гидравлические и тепловые процессы в литейной форме при заливке расплава. Основы литейной гидравлики.

**Тема 2.** Процессы теплообмена отливки в форме. Процессы в форме при заливке.

**Тема 3.** Процессы в сплаве и форме при затвердевании и охлаждении отливки. Формирование кристаллического макростроения отливки.

**Тема 4.** Процессы в сплаве при его затвердевании и охлаждении.

## 4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1.	<b>Введение</b> Общие представления о затвердевании и кристаллизации металлов и сплавов. Достижения и задачи современной науки в области теоретических основ литейного производства.	2	
2.	Основы литейной гидравлики	6	1
3.	Формирование кристаллического макростроения отливки.	7	1
	Неметаллические включения в отливках. Источники, классификация и методы определения.		
4	Процессы теплообмена отливки и формы.	7	1
5	Процессы в форме при заливке.	7	1
6	Процессы в металле при затвердевании и охлаждении.	7	2
<b>Итого:</b>		<b>36</b>	<b>6</b>

## 4.4. Практические занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1.	Исследование температурного поля системы отливка-форма термopаpами	3	2
2.	Определение константы затвердевания и эффективного коэффициента затвердевания	3	1
3.	Термографическое исследование кинетики затвердевания литейных сплавов	3	1
4.	Исследование влияния теплофизических свойств формовочных материалов на скорость затвердевания отливок.	3	1
5.	Математическое моделирование тепловых процессов на ЭВМ при затвердевании отливок методом конечных разностей и методом конечных элементов.	3	2
6.	Экспериментальное исследование остаточных напряжений в трехзвенной решетке.	3	1
7.	Исследование влияния скорости охлаждения и модифицирования на характер кристаллизации сплавов.	3	1

8	Исследование гидравлического режима заливки формы.	3	1
<b>Итого:</b>		<b>24</b>	<b>10</b>

#### 4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1.	Подготовка к практическим занятиям	Поиск, анализ, структурирование и изучение информации по темам. Подготовка к экзамену	8	18
2.	Самостоятельное изучение тем 1-2		10	18
3.	Рассчитать литниково - питательную систему отливки		10	18
4.	Изучить тепловые процессы в системе отливка – форма – окружающая среда		10	18
5.	Определить время затвердевания и охлаждения выданной отливки на ЭВМ		10	20
<b>Итого:</b>			<b>48</b>	<b>92</b>

**4.7. Курсовые работы/проекты по дисциплине «Теоретические основы литейного производства» не предполагаются учебным планом.**

#### 5. Образовательные технологии

Для достижения планируемых результатов освоения дисциплины «Теоретические основы литейного производства» используются следующие образовательные технологии:

- традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;
- информационно-коммуникационная технология, в том числе визуализация, создание электронных учебных материалов;
- использование электронных образовательных ресурсов при подготовке к лекциям, практическим и лабораторным занятиям;
- технология проблемного обучения, в том числе в рамках разбора проблемных ситуаций;
- технология развивающего обучения, в том числе постановка и решение задач от менее сложных к более сложным, развивающих компетенции студентов.

В рамках перечисленных технологий основными методами обучения являются: работа в команде; самостоятельная работа; проблемное обучение. Практические работы выполняются на реальной технологической оснастке.

Для моделирования литейных процессов на ЭВМ используются программные комплексы WinCast, ProCast или LVMFlow.

## **6. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины:**

### **а) основная литература:**

1. Голофаев А. Н., Гутько Ю. И. Компьютерное проектирование литейной технологии. Учебное пособие. Компьютерная версия. – Луганск: изд-во ЛНУ им. В.Даля, 2017. - 410 с. 7 табл., 63 рис., библиогр. 49 назв.
2. Баландин Г. Ф. Теория формирования отливки: Основы тепловой теории. Затвердевание и охлаждение отливки: Учеб. для вузов. - М.: изд- во МГТУ, 1998. – 359 с.
3. Тихомиров М. Д. Основы моделирования литейных процессов. Важные особенности систем моделирования. – М.: Литейное производство, - 2004, № 5 с. 24-30.
4. Ильин В. П. Метод конечных разностей и конечных объёмов для эллиптических уравнений / В. П. Ильин. – Новосибирск: изд-во Ин-та математики, 2000. – 345 с.

### **б) дополнительная литература:**

1. Чёрный А. А. Математическое моделирование в литейном производстве: Учеб. пособ. – Пенза: Пенз. гос. ун-т, 2006. – 215 с.
2. Моисеев Н.Н. Математические задачи системного анализа. – М.: Наука, 1981. – 488 с.
3. Тихомиров М.Д., Основы моделирования литейных процессов. Важные особенности систем моделирования.- М: Литейное производство.- 2004, No 5, с.24-30.
4. Тихомиров М. Д. Основы моделирования литейных процессов. Системы синтеза литейной технологии и их отличие от систем моделирования литейных процессов.- М: Литейное производство.- 2004, No 2, с.28-331.

### **в) методические указания:**

1. Методические указания к выполнению практических занятий по дисциплине «Теория формирования отливок» Ч2 для студентов, обучающихся по направлению подготовки 15.03. 01. Машиностроение. Электронный ресурс / Составитель. А.Н. Голофаев. – Луганск: ЛНУ им В. Даля, 2020. - 21 с.
2. Методические указания к самостоятельной работе по дисциплине “Теоретические основы литейного производства “ и “Теории формирования отливок“ (для студентов специальностей 6050402 и 6050502)/ Сост.: А.Н. Голофаев.-Луганск: Изд-во Восточноукр. Нац. Университета им. Владимира Даля, 2013.- 15 с.

### **г) Интернет-ресурсы:**

Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>

Министерство образования и науки Луганской Народной Республики – <https://minobr.su>

Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.su>

Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

### **Электронные библиотечные системы и ресурсы**

Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>

Научная библиотека имени А. Н. Коняева – Режим доступа: URL: <http://biblio.dahluniver.ru/>

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Освоение дисциплины «Теория формирования отливки» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	<a href="https://www.libreoffice.org/">https://www.libreoffice.org/</a> <a href="https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice">https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice</a>
Операционная система	UBUNTU 19.04	<a href="https://ubuntu.com/">https://ubuntu.com/</a> <a href="https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu">https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu</a>
Браузер	Firefox Mozilla	<a href="http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx">http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx</a>
Браузер	Opera	<a href="http://www.opera.com">http://www.opera.com</a>
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	<a href="http://www.mozilla.org/ru/thunderbird">http://www.mozilla.org/ru/thunderbird</a>
Файл-менеджер	Far Manager	<a href="http://www.farmanager.com/download.php">http://www.farmanager.com/download.php</a>
Архиватор	7Zip	<a href="http://www.7-zip.org/">http://www.7-zip.org/</a>
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	<a href="http://www.gimp.org/">http://www.gimp.org/</a> <a href="http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8">http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8</a> <a href="http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP">http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP</a>
Редактор PDF	PDFCreator	<a href="http://www.pdfforge.org/pdfcreator">http://www.pdfforge.org/pdfcreator</a>

Аудиоплеер	VLC	<a href="http://www.videolan.org/vlc/">http://www.videolan.org/vlc/</a>
------------	-----	---

## 8. Оценочные средства по дисциплине оценочных средств по учебной дисциплине «Теоретические основы литейного производства»

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины (модуля) или практики

№ п / п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1	ПК-2.	Внедрение новой техники и технологии при производстве литых изделий.	ПК-2.2. Осуществляет разработку новых технологических процессов получения отливок средней сложности с применением цифровых технологий.	<b>Тема 1.</b> Гидравлические и тепловые процессы в литейной форме при заливке расплава.	7
				<b>Тема 2.</b> Процессы в сплаве и форме при затвердевании и охлаждении отливки.	7
				<b>Тема 3.</b> Процессы в сплаве и форме при затвердевании и охлаждении отливки. Формирование кристаллического макростроения отливки. <b>Тема 4.</b> Процессы в сплаве при его затвердевании и охлаждении.	7

## Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1.	ПК-2	ПК-2.2.	<p><b>Знать:</b> моделирование технических объектов и технологических процессов литья с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов.</p> <p><b>Уметь:</b> моделировать технические объекты и технологические процессы литья с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов.</p> <p><b>Владеть:</b> моделированием технических объектов и</p>	<p><b>Тема 1.</b> Гидравлические и тепловые процессы в литейной форме при заливке расплава.</p> <p><b>Тема 2.</b> Процессы в сплаве и форме при затвердевании и охлаждении отливки.</p> <p><b>Тема 3.</b> Процессы в сплаве и форме при затвердевании и охлаждении отливки. Формирование кристаллического макростроения отливки.</p> <p><b>Тема 4.</b> Процессы в сплаве при его затвердевании и охлаждении.</p>	Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала, задания по практическим занятиям, экзамен

			технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов.		
--	--	--	--	--	--

### **Фонды оценочных средств по дисциплине «Теоретические основы литейного производства»**

#### **Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала (устно или письменно):**

1. Каковы свойства сплава как жидкости.
2. Каковы модели реологии металлов в жидком состоянии и при кристаллизации.
3. Назовите физические свойства расплавов и методы их определения – плотность, вязкость, поверхностное натяжение, смачивание, теплопроводность, теплоёмкость.
4. Назовите технологические свойства – жидкотекучесть, методы её определения, связь её с физическими свойствами и типом диаграммы состояния.
5. Как происходит изменение температуры и свойств металла при течении в литниковой системе и при заполнении полости формы.
6. Как определяется числа Рейнольдса и режим течения для этих участков. Коэффициенты гидравлического сопротивления каналов различной сложности и их зависимость от числа Рейнольдса.
7. Что такое автомодельный характер потока расплава в литниковых системах, представляющих собой сложное сопротивление.
8. Как влияет газопроницаемость формы, образующей стенки каналов, на характер напорного течения.
9. Каковы типы литниковых систем и их расчет. Назовите элементы конструкции литниковых систем.
10. Каковы гидравлические основы конструирования литниковых систем: соотношения площадей сечения элементов устраняющих разряжение в потоке металла, улавливание шлака.

11. Время заливки и время заполнения формы. Расчет времени заполнения формы на условия сохранения к концу процесса некоторого заданного перегрева. Понятие о среднем и начальном расходе
12. Назовите законы теплопереноса.
13. Напишите математическую модель затвердевания отливки в песчаной форме.
14. Что такое контактное термическое сопротивление?
15. Рассчитать время охлаждения отливки до 300 °К по методу Г.Ф. Баландина.
16. Напишите граничные условия в системе отливка – форма.
17. В чем сущность МКР?
18. В чем сущность МКЭ?
19. Какие Вы знаете экспериментальные методы исследования температурных полей системы отливка – форма.
20. Назовите газовые дефекты в отливках.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству –  
*комбинированный контроль усвоения теоретического материала*

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Ответ дан на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
4	Ответ дан на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
3	Ответ дан на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
2	Ответ дан на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

**Задания по практическим занятиям:**

Для выданного варианта чертежа детали необходимо:

1. Рассчитать скорость истечения металла из ковша.
2. Рассчитать величину переохлаждения для образования устойчивого зародыша.
3. Определить характер кристаллизации сплава.
4. Рассчитать металлостатическое давление в форме.
5. Определить заполняемость литейной формы расплавом.
6. Рассчитать время затвердевания отливки по закону квадратного корня.
7. Рассчитать время затвердевания отливки по методу Г.Ф. Баландина.
8. Рассчитать время затвердевания отливки в металлической форме по методу А. И. Вейника.
9. Рассчитать размеры внешних и внутренних холодильников.

10. Рассчитать остаточные напряжения в отливке типа бруса.
11. Рассчитать величину усадочной раковины.
12. Рассчитать размеры прибыли.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству –  
*задания по практическим занятиям*

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Задание выполнено на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
4	Задание выполнено на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
3	Задание выполнено на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
2	Задание выполнено на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

**Вопросы к контрольным работам:**

**КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА 1**

**Вариант 1**

1. Свойства литейных сплавов в жидком состоянии. Жидкотекучесть литейных сплавов.
2. Первичная кристаллизация металла в отливках.
3. Регулирование тепловых процессов в отливках.
4. Газы в отливках.

**Вариант 2**

1. Типы литниковых систем. Принципы конструирования литниковых систем.
2. Виды ликвации, методы её определения.
3. Вывод уравнения теплопроводности Фурье.
4. Изменение газового давления на границе металл-форма и его определение.

**Вариант 3**

1. Заполняемость литейных форм в зависимости от температуры, материала формы и способа подвода металла.
2. Термодинамическая теория кристаллизации Чернова - Таммана.
3. Неметаллические включения в отливках.
4. Методы расчета затвердевания отливок.

**Вариант 4**

1. Зависимость жидкотекучести сплава от диаграммы состояния.

2. Структурные зоны в отливках, влияние температуры заливки и скорости охлаждения на их размеры.
3. Модефицирование.
4. Температуропроводность.

#### Вариант 5

1. Уравнение гидродинамики Навье - Стокса.
2. Гомогенные и гетерогенные зародыши.
3. Виды газовых дефектов.
4. Расчет затвердевания отливки и распределение температуры во времени.

#### Вариант 6

1. Охлаждение и взаимодействие отливки и формы.
2. Регулирование кристаллизационных процессов в отливках. Цель, методы и их классификация.
3. Зарождение центров и скорость роста кристаллов.
4. Пригар. Методы предотвращения пригара.

### КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА 2

#### Вариант 1

1. Нагрузка металла на форму и стержни.
2. Физическая природа усадки. Литейная усадка.
3. Прибыли. Назначение и классификация и их расчет.
4. Усадочные деформации отливок.

#### Вариант 2

1. Определение массы груза, устанавливаемого на форму.
2. Усадочная пористость, её виды и методы определения.
3. Холодильники. Определение массы холодильников.
4. Временные внутренние напряжения в отливках.

#### Вариант 3

1. Расчет знаков стержней.
2. Усадочные раковины. Виды усадочных раковин. Расчет усадочной раковины в цилиндрической отливке.
3. Причины и виды трещин в отливках. Оценка склонности отливок к образованию горячих трещин.
4. Методы определения остаточных напряжений.

#### Вариант 4

1. Расчет количества жеребеек.
2. Улучшение работы прибылей. Выбор места установки, типа прибылей и расстояния между ними.
3. Коробление отливок. Стабилизация размеров отливок.

4. Расчет растягивающих и сжимающих напряжений. Методы предупреждения внутренних напряжений в отливках.

#### Вариант 5

1. Ситовидная пористость.
2. Химический пригар.
3. Влияние различных факторов на образование трещин в отливках.
4. Связь между диаграммой состояния сплава и усадочными дефектами.

#### Вариант 6

1. Расчет глубины усадочной раковины и размеров прибылей для сплавов, кристаллизующихся при постоянной температуре и в интервале температур.
2. Интервал хрупкости.
3. Основные направления повышения качества и точности отливок, снижение их массы и стоимости.
4. Связь между коэффициентом усадки и диаграммой состояния.

#### Критерии и шкала оценивания по оценочному средству контрольная работа

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Контрольная работа выполнена на высоком уровне (правильные ответы даны на 90-100% вопросов/задач)
4	Контрольная работа выполнена на среднем уровне (правильные ответы даны на 75-89% вопросов/задач)
3	Контрольная работа выполнена на низком уровне (правильные ответы даны на 50-74% вопросов/задач)
2	Контрольная работа выполнена на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50%)

#### Оценочные средства для промежуточной аттестации (экзамен)

##### Вопросы к экзамену:

##### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

##### *Теоретическая часть*

1. Процессы в форме при заливке.
2. Условия образования газовых раковин.
3. Фазовые напряжения в отливках.

##### *Практическая часть*

1. Определите скорость и режим движения чугуна при выходе его из питателя в литейную полость для выданной отливки.

##### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2

##### *Теоретическая часть*

1. Определение равнодействующей силы давления на форму и стержни.
2. Ситовидная пористость в отливках.
3. Остаточные напряжения в отливках.

##### *Практическая часть*

1. Определите необходимую величину переохлаждения железа для образования центров кристаллизации.

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3**

**Теоретическая часть**

1. Особенности образования газовых раковин в отливках от химвзаимодействия металла и формы.
2. Ужимины и процессы образования пригара.
3. Трещины в отливках.

**Практическая часть**

1. Определите время фильтрования 100 кг алюминия через зернистый фильтр с округлых зерен корунда  $\varnothing 10$  мм (рис. - в методичке).

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 4**

**Теоретическая часть**

1. Процессы в металле при затвердевании и охлаждении.
2. Усадочные раковины и пористость.
3. Оценка горячеломкости сплавов и трещиностойчивости отливок.

**Практическая часть**

1. Рассчитать энергию зарождения гомогенного и гетерогенного зародышей критического радиуса в расплаве Me с температурой  $t^{\circ}\text{C}$ ,  $\theta = 60^{\circ}$  (задача 4. вар. 5).

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 5**

**Теоретическая часть**

1. Влияние внешних сил и невесомости на вид и местоположения усадочной раковины и пористости.
  2. Силовое взаимодействие затвердевающей отливки и формы.
  3. Температурные напряжения в отливках.

**Практическая часть**

- Определите, будет ли направленное затвердевание стальной отливки (исх. дан. задача 8).

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 6**

**Теоретическая часть**

1. Расчет НДС отливок методом конечных элементов.
  2. Термомеханические свойства формовочных смесей.
  3. Закон фильтрации Дарси.

**Практическая часть**

Рассчитайте размеры внешних и внутренних холодильников (рис. 5.4 МУ).

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 7**

**Теоретическая часть**

1. Усадочные напряжения в отливках
  2. Разработка и анализ математических моделей газообмена в системе отливка-форма.
  3. Пористость и ликвационные дефекты в отливках.

### **Практическая часть**

Определите линейные размеры прибыли, тип прибыли для отливки (синька выдается).

### **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 08**

#### **Теоретическая часть**

1. Влияние аэродинамических свойств формы на качество отливки.
2. Физическая природа усадки.
3. Причины образования горячих трещин.

#### **Практическая часть**

Определите величину остаточных механических напряжений в отливке.

### **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 09**

#### **Теоретическая часть**

1. Механические напряжения в форме.
2. Оценка пористости на модели Флемингса-Журавлева.
3. Коробление отливок.

#### **Практическая часть**

1. Рассчитайте остаточные напряжения в частях биметаллической отливки, если длина литейной полости формы  $l_{\text{ф}} = 1000$  мм, а конечная  $l_{\text{от}} = 930$  мм. Материал сталь-бронза.

### **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 10**

#### **Теоретическая часть**

1. Уравнение фильтрации газа.
2. Типы прибылей.
3. Расчет знаков стержней.

#### **Практическая часть**

Рассчитайте массу груза, устанавливаемого на форму для выданной отливки.

Таблица для оценивания результатов экзаменов

№ билета	Теоретическая часть			Практическая часть
	1 вопрос	2 вопрос	3 вопрос	
1	15	25	30	30
2	25	15	30	30
3	20	20	20	40
4	15	25	30	30
5	20	15	25	40
6	20	30	20	30
7	10	25	15	50
8	20	20	10	50
9	20	10	20	50
10	20	30	20	30

#### **Критерии и шкала оценивания по оценочному средству – экзамен**

Сумма баллов	Оценка	Требования уровня подготовки в соответствии с критериями оценивания
--------------	--------	---

90-100	отлично	Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом, грамотно, полно и логично излагает его в устной и письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход и правильно объясняет принятые решения, хорошо владеет разносторонними умениями и навыками при выполнении практических задач.
74-89	хорошо	Студент знает программный материал, грамотно и, по сути, излагает его в устной или в письменной форме, допуская незначительные неточности в доказательствах, трактовке понятий и категорий. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
60-73	удовлетворительно	Студент знает только основной программный материал, допуская неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность ответов в устной и письменной форме. При этом не длительное владение умениями и навыками при выполнении практических задач.
0-59	неудовлетворительно	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, трактовке понятий и категорий, выявляет низкую культуру оформления знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на контрольные вопросы, знания и умения с программного материалу практически отсутствуют.

### Форма листа изменений и дополнений, внесенных в ФОС

#### Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)