

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)

Институт машиностроения и автомобильного транспорта

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института



А.И. Елкин

2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ЛИТЫХ ЗАГОТОВОК»**

**направление подготовки / специальность**

22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»

**направленность (профиль) подготовки**

Материаловедение и цифровые производственные технологии

г. Владимир

Год 2021

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины «Основы проектирования и технологии производства литых заготовок» – приобретение универсальных и общепрофессиональных компетенций, предусмотренных требованиями ФГОС ВО, связанных формированием инженерных знаний и навыков в области современных информационных и компьютерных технологий.

Задачи:

Правильно использовать современные знания для проектирования технологий изготовления отливок и полуфабрикатов.

Знать современные тенденции развития технологий получения литых заготовок; особенности межоперационных и подготовительных процессов производств; методики расчета литниковых систем; основные технические стандарты отрасли.

Уметь рассчитывать литниковые системы и прибыли; использовать фундаментальные общепрофессиональные знания; проектировать технологический процесс изготовления литых заготовок.

Владеть навыками использования методов изготовления литейных форм.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Основы проектирования и технологии производства литых заготовок» относится к обязательной части.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
ОПК-2. Способен участвовать в проектировании технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических и социальных ограничений	ОПК-2.1. Знает основы проектирования технических объектов, систем и технологических процессов	Знает основы технологических процессов изготовления литых заготовок	Тестовые вопросы, практические задания
	ОПК-2.2. Умеет осуществлять сбор исходных данных для составления технического задания на проектирование	Умеет обосновано выбирать технологический процесс изготовления литых заготовок	
	ОПК-2.3. Владеет навыками проектирования технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений	Владеет навыками разработки технологического процесса изготовления литых заготовок: разработка чертежа элементов литейной формы	
ОПК-6. Способен принимать	ОПК-6.1. Знает современные подходы и	Знает методики расчета элементов литниково-питающих систем, усадки	Тестовые вопросы,

<p>обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии</p>	<p>методы решения задач в области профессиональной деятельности</p>	<p>сплавов</p>	<p>практические задания</p>
	<p>ОПК-6.2. Умеет принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии</p>	<p>Умеет обосновано выбирать технологический процесс изготовления литых заготовок</p>	
	<p>ОПК-6.3. Владеет способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением современных технологий и требований информационной безопасности</p>	<p>Владеет навыками разработки технологического процесса изготовления литых заготовок: разработка чертежа элементов литейной формы</p>	
<p>ОПК-7. Способен анализировать, составлять и применять техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью, в соответствии с действующими нормативами</p>	<p>ОПК-7.1. Знает нормативно-техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью</p>	<p>Знает основные отраслевые, промышленные и государственные стандарты, связанные с проектированием технологии изготовления литых заготовок</p>	<p>Тестовые вопросы, практические задания</p>
	<p>ОПК-7.2. Умеет анализировать, составлять и использовать научно-техническую документацию в соответствии с нормативными документами</p>	<p>Умеет выбирать технологические параметры, определять конструктивные особенности технологического процесса изготовления литых заготовок в соответствии с нормативными документами</p>	
	<p>ОПК-8.2. Умеет применять современные средства информационно-коммуникационных технологий для решения задач профессиональной деятельности</p>	<p>Умеет работать с основными базами информационных данных для выбора технологических параметров процессов и прогнозирования качества получаемых литых заготовок</p>	

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа

##### Тематический план форма обучения – очная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа под руководством преподавателя	Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки			
1.	Введение. Теория литейной формы	5	1-4	4				50		
2.	Современные формовочные материалы и смеси	5	5-8	4		8			рейтинг-контроль 1	
3.	Особенности проектирования технологических процессов изготовления отливок, литейных форм и стержней	5	9-14	6	18	10			рейтинг-контроль 2	
4.	Прогрессивная технология изготовления литейных форм и стержней	5	15-18	4				85	рейтинг-контроль 3	
Всего за 5 семестр:		5	18	18	18	18		135	Экзамен	
5.	Специальные виды литья, их технологические особенности и возможности.	6	1-4	4			4			
6.	Сущность способа литья в оболочковые формы, его преимущества, недостатки и область применения. Основные операции	6	5-6	2			2		рейтинг-контроль 1	
7.	Сущность метода литья по моделям, удаляемым из неразъемных форм. Выплавляемые, выжигаемые, газифицируемые, растворимые модели.	6	7-8	2		6	2			
8.	Сущность кокильного литья, технологические и экономические преимущества, недостатки метода и область его применения	6	9-10	2	6	4	2			
9.	Сущность способа литья под	6	11-12	2	6	4	2		рейтинг-контроль 2	

	давлением, его преимущества, недостатки и область применения.								
10.	Сущность и разновидности центробежного способа литья. Основные операции, преимущества, недостатки, область применения	6	13-14	2	6	4		2	
11.	Другие специальные методы литья	6	15-18	4				4	99
Всего за 6 семестр:		6	18	18	18	18		18	99
Наличие в дисциплине КП/КР									+
Итого по дисциплине:		5,6	36	36	36	36		18	234

### Содержание лабораторных занятий по дисциплине

#### Раздел 1. Введение. Теория литейной формы

##### 1.1 Современные представления о литейной форме.

Общая технологическая схема производства отливок в разовых песчаных формах. Требования к литейной форме. Классификация литейных форм по служебным свойствам, методам формообразования, конструкции.

##### 1.2 Силовые взаимодействия отливки с формой

Виды и этапы взаимодействия. Необходимая прочность формы для различных этапов получения отливки. Изменения прочности формы в процессе взаимодействия ее с отливкой. Разупрочнение формы и дефекты отливки.

##### 1.3 Тепловое взаимодействие отливки с формой

Распространение тепла в форме. Теплоемкость, теплопроводность. Температуропроводность, аккумулирующая способность формы. Влияние свойств формы на заполняемость, скорость затвердевания и охлаждения отливок. Изменение свойств формы при взаимодействии с металлом отливки.

##### 1.4 Газовые процессы в литейной форме

Образование газов в форме и их проникновение в металл. Пористость, газопроницаемость, газотворность. Источники газов. Направленный газовый поток в негасотворной и гасотворной формах и его регулирование.

##### 1.5 Физико-химическое взаимодействие отливки с формой

Влияние химического и минералогического составов формы на образование пригара. Чистота поверхности и механизм образования пригара на отливках. Изменение состава металла отливки.

#### Раздел 2. Современные формовочные материалы и смеси

##### 2.1 Современные формовочные материалы

Основные требования, предъявляемые к формовочным материалам. Формовочные пески и глины, классификация и маркировка, химическая и гранулометрическая характеристики. Современные синтетические связующие материалы, классификация связующих. Механизм упрочняющего действия различных связующих.

##### 2.2 Высококачественные песчано-глинистые формовочные смеси и их свойства

Современные процессы и оборудование для получения отливок в "сырых" песчано-глинистых формах. Классификация формовочных смесей. Подготовка исходных материалов и приготовление смесей. Физико-механические и технологические свойства песчано-глинистых формовочных смесей, их определение и регулирование. Тенденции развития способов изготовления разовых форм из сырых песчано-глинистых смесей. Уплотнение форм воздушным потоком с прессованием, способ СЕЙАТСУ. Примеры, характеризующие

высокую точность отливок и технологичность процесса формовки. Регенерация смесей песчано-глинистых формовочных смесей.

### 2.3. Современные химически-твердеющие формовочные и стержневые смеси

Химически-твердеющие формовочные и стержневые смеси. Классификация смесей для различных классов и способов изготовления стержней. Стержневые смеси на органических связующих и синтетических смолах. Стержневые смеси на неорганических связующих.

### 2.4. Современные разделительные и противопригарные пасты и краски

Противопригарные добавки, припылы, краски, пасты и натирки. Высокоогнеупорные и химически нейтральные материалы для формовочных смесей, разделительных и противопригарных красок. Составы, приготовление и применение противопригарных паст и красок.

Раздел 3. Особенности проектирования технологических процессов изготовления отливок, литейных форм и стержней

#### 3.1. Конструирование технологичных отливок

Основные требования к технологической конструкции литой детали и отдельным ее частям. Конструирование отливок одновременного и направленного затвердевания. Изменение конструкций литых деталей с целью улучшения их технологичности: исключение стержней, отъемных частей, жеребеек, облегчение выбивки стержней, уменьшение веса при сохранении максимальной прочности, с минимальными напряжениями, без коробления и трещин.

#### 3.2. Расчет и конструирование литниково-питающих систем

Назначение литниковой системы. Требования к литниковым системам. Элементы литниковой системы. Типы литниковых систем. Основные принципы подвода металла в форму. Задержание шлака и неметаллических включений в литниковой системе. Выпор, его назначение и выбор места установки. Методы расчета литниковых систем для различных отливок и различных видов производства.

#### 3.3. Конструирование прибылей для отливок и методика их расчета

Питание отливок. Усадка металла. Направленное и одновременное затвердевание. Прибыли, их назначение, виды и расположение на отливках. Улучшение работы прибылей. Теплоизоляция и обогрев прибылей. Методики расчета.

#### 3.4. Холодильники и методика их расчета

Холодильники. Их назначение и виды. Методика расчета.

#### 3.5. Основы проектирования отливок

Разработка литейной технологии и составление технической документации на нее. Основные правила выбора положения отливки в форме и рационального разъема модели, формы и стержней. Виды разъема. Определение припусков на механическую обработку и усадку. Конструктивные и формовочные уклоны. Галтели. Допуски. Выбор способа изготовления отливки, оборудования, оснастки и инструмента.

#### 3.6. Правила выполнения чертежей отливок

#### 3.7. Основы проектирования литейных форм и стержней

Конструкции форм, опок, газоотводные канаты. Определение границ, конструкций и размеров стержней и их знаков. Зазоры. Фиксаторы. Правила выполнения чертежей элементов литейной формы и стержней. Чертеж формы в сборе.

Раздел 4. Прогрессивная технология изготовления разовых форм и стержней

#### 4.1. Способы изготовления форм из песчано-глинистых смесей

Классификация способов формовки. Ручная формовка в почве по мягкой и жесткой постели, формовка в кессонах, жакетах, по шаблону, скелетная формовка, в стержнях.

Ручная формовка в опоках: с подрезкой, с отъемными частями, с фальшивой опокой, с перекидным болваном и др.

#### 4.2. Современные способы машинной формовки песчано-глинистых смесей

Способы уплотнения формовочной смеси прессованием. Прессование диафрагмой. Вибропрессование, прессование под высоким удельным давлением, уплотнение

встряиванием, пескодувно-прессования формовка, импульсная формовка, безопасная формовка, вакуумная формовка, пескометная, формовка замораживанием и магнитная. Уплотнение форм воздушным потоком с прессованием, способ СЕЙАТСУ.

#### 4.3. Способы изготовления стержней

Способы уплотнения стержней. Армирование и вентиляция стержней. Контроль, сборка и склейка стержней. Изготовление стержней в ящиках и по шаблону. Специальные способы изготовления стержней.

Раздел 5. Специальные виды литья, их технологические особенности и возможности.

5.1. Специальные виды литья, их технологические особенности и возможности. Место специальных видов литья в производстве отливок в машиностроении. Классификация специальных видов литья. Экономические аспекты использования специальных видов литья.

5.2. Перспективы дальнейшего расширения применения специальных видов литья при производстве отливок, как методов с меньшей материало- и энергоемкостью, меньшими трудозатратами, позволяющими существенно улучшить условия труда и уменьшить вредное воздействие на окружающую среду

Раздел 6. Сущность способа литья в оболочковые формы, его преимущества, недостатки и область применения. Основные операции.

6.1. Сущность способа литья в оболочковые формы, его преимущества, недостатки и область применения. Основные операции.

6.2. Смеси для оболочковых форм, методы их изготовления. Методы изготовления оболочковых форм и стержней. Механизация и автоматизация литья в оболочковые формы. Техника безопасности и экологические проблемы при литье в оболочковые формы

Раздел 7. Сущность метода литья по моделям, удаляемым из неразъемных форм. Выплаваемые, выжигаемые, газифицируемые, растворимые модели.

7.1. Сущность метода, его достоинства и область применения. Основные операции. Выплаваемые, выжигаемые, газифицируемые, растворимые модели.

7.2. Требования, предъявляемые к модельным составам. Пресс-формы для изготовления моделей. Облицовочные и наполнительные формовочные составы. Классификация форм.

7.3. Сборка моделей. Способы нанесения облицовочного слоя и засыпка слоя и засыпка форм наполнительным материалом. Удаление моделей. Условия заполнения форм и кристаллизация металла. Очистка и отделение отливок от литниковой системы.

7.4. Автоматизация и механизация изготовления моделей, сборки моделей, формовки и других операций. Меры по охране труда.

Раздел 8. Сущность кокильного литья, технологические и экономические преимущества, недостатки метода и область его применения.

8.1. Сущность кокильного литья, технологические и экономические преимущества, недостатки метода и область его применения. Основные операции. Особенности кристаллизации и усадки сплавов в металлической форме. Механические свойства, точность и чистота поверхности отливок, полученных в металлических формах. Номенклатура отливок для кокильного литья.

8.2. Классификация, типы и конструкция кокилей. Элементы конструкции по ГОСТ. Тепловой режим работы кокиля и его регулирование. Защитные покрытия для кокилей. Методы борьбы с отбелом чугунных отливок. Механизация и автоматизация кокильного литья. Техника безопасности при кокильном литье.

Раздел 9. Сущность способа литья под давлением, его преимущества, недостатки и область применения.

9.1. Сущность способа литья под давлением, его преимущества, недостатки и область применения. Основные операции. Физические условия формирования отливки при литье под давлением. Характер заполнения формы металлом и условие кристаллизации. Образование воздушной пористости внутри отливки, ее роль в формировании отливки. Точность получаемых отливок, их механические свойства и эксплуатационные качества.

9.2. Конструктивные схемы пневматических и поршневых машин для литья под давлением, их выбор. Автоматизация литья под давлением. Конструкция прессформ и их элементы. Техника безопасности при литье под давлением

Раздел 10. Сущность и разновидности центробежного способа литья. Основные операции, преимущества, недостатки, область применения.

10.1. Сущность и разновидности центробежного способа литья. Основные операции, преимущества, недостатки, область применения. Особенности формирования свободной поверхности отливок. Затвердевание и усадка металла под действием центробежных сил. Условия всплывания газовых и неметаллических включений на свободную поверхность.

10.2. Технология центробежного литья. Методы футеровки металлических форм, охлаждение форм, дозирование жидкого металла. Возможность получения отливок. Классификация литейных центробежных машин. Механизация и автоматизация процесса. Меры по охране труда автоматизация процесса. Меры по охране труда автоматизация процесса при центробежном литье.

Раздел 11. Другие специальные методы литья

11.1. Литье под низким давлением. Литье с противодавлением. Литье выжиманием.

11.2. Непрерывное литье. Полунепрерывное литье

11.3. Электрошлаковое литье. Вакуумная формовка. Магнитная формовка. Литье с кристаллизацией под давлением.

11.4. Композиционное литье и другие прогрессивные способы литья.

Содержание практических занятий по дисциплине

Раздел 3. Особенности проектирования технологических процессов изготовления отливок, литейных форм и стержней

Содержание практических занятий.

Разработка чертежа полости формы

Определение основных размеров литниковой системы отливки

Определение геометрических размеров прибылей отливки

Разработка чертежа отливки

Проектирование модельного комплекта

Выбор размеров опок и проектирование модельных плит

Проектирование форм в сборе и расчёт массы груза для форм

Раздел 8. Сущность кокильного литья, технологические и экономические преимущества, недостатки метода и область его применения.

Содержание практических занятий.

Кокильное литье. Расчет основных параметров

Раздел 9. Сущность способа литья под давлением, его преимущества, недостатки и область применения.

Содержание практических занятий.

Литье под давлением. Расчет основных параметров.

Раздел 10. Сущность и разновидности центробежного способа литья. Основные операции, преимущества, недостатки, область применения.

Содержание практических занятий.

Центробежное литье. Расчет основных параметров.

Содержание лабораторных занятий по дисциплине

Раздел 2. Современные формовочные материалы и смеси

Содержание лабораторных занятий

Определение свойств формовочных и стержневых смесей во влажном состоянии

Определение свойств формовочных и стержневых смесей в сухом состоянии



Раздел 3. Особенности проектирования технологических процессов изготовления отливок, литейных форм и стержней

Содержание лабораторных занятий

Изготовление литейных форм по разъемной модели

Изготовление литейных форм по неразъемной модели

Изготовление литейных форм с перекидным болваном

Раздел 7. Сущность метода литья по моделям, удаляемым из неразъемных форм. Выплавляемые, выжигаемые, газифицируемые, растворимые модели.

Содержание лабораторных занятий

Литье в оболочковые формы. Определение основных технологических параметров процесса и конструкции изделия.

Раздел 8. Сущность кокильного литья, технологические и экономические преимущества, недостатки метода и область его применения.

Содержание лабораторных занятий

Литье в кокиль. Определение основных технологических параметров процесса и конструкции изделия.

Раздел 9. Сущность способа литья под давлением, его преимущества, недостатки и область применения.

Содержание лабораторных занятий

Литье под давлением. Определение основных технологических параметров процесса и конструкции изделия

Раздел 10. Сущность и разновидности центробежного способа литья. Основные операции, преимущества, недостатки, область применения.

Содержание лабораторных занятий

Центробежное литье. Определение основных технологических параметров процесса и конструкции изделия

## **5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

**5.1. Текущий контроль успеваемости (рейтинг-контроль 1, рейтинг-контроль 2, рейтинг-контроль 3).**

*5-й семестр*

*Вопросы 1-го рейтинг-контроля:*

1. Основные критерии оценки эффективности технологических процессов литья.
2. Современные представления о литейной форме. Общая технологическая схема изготовления отливок в разовых формах ПГФ.
3. Основные требования к литейной форме. Классификация литейных форм.
4. Силовое взаимодействие отливки с формой на первом этапе.
5. Явление гидравлического затвора. Дефекты отливок, связанные с этим явлением.
6. Ужимины и плены. Механизм их образования.
7. Причины образования засоров. Мероприятия для их уменьшения.
8. Мероприятия, направленные на устранение дефектов отливок, образующихся на первом этапе силового взаимодействия.
9. Для предотвращения образования ужимин на отливках наносятся риски или накатка на больших горизонтальных плоскостях формы. Как объяснить положительный эффект действия этих рисков? Почему качество отливок типа «плита», залитых в наклонном положении, выше, чем при заливке в горизонтальном положении?

10. Чем объяснить тот факт, что ужимины и плены чаще образуются на верхних и выпуклых поверхностях отливки, реже на вынутых и нижних?
11. Силовое взаимодействие отливки с формой на 2-ом этапе и связанные с этим явления.
12. Основные причины литейных напряжений в отливках
13. Горячие и холодные трещины. Температурный интервал их образования.
14. Мероприятия по уменьшению склонности металла к трещинам.
15. Расчет напряжений в отливке из-за сопротивления формы.
16. Мероприятия по улучшению податливости формовочных и стержневых смесей.
17. Силовое взаимодействие отливки с формой на 3-м этапе.
18. Тепловое взаимодействие отливки с формой. Температурно-временное поле отливки и формы.
19. Теплофизические свойства формовочных и стержневых смесей.
20. Огнеупорность формовочных смесей. Факторы, влияющие на огнеупорность. Контроль огнеупорности.
21. Физические и физико-химические процессы при нагреве формы.
22. Теплоаккумулирующая способность формы. Ее регулирование.
23. Модифицированные превращения в кварцевом песке и связанные с этим дефекты отливок.
24. Влияние теплофизических свойств материала формы на структуру и свойства отливок.
25. Понятие теплоемкости, теплопроводности и температуро-проводности.
26. Какие изменения происходят в формовочных и стержневых смесях в результате теплового взаимодействия отливки с формой?

*Вопросы 2-го рейтинг-контроля:*

27. Причины образования газовых раковин эндогенного и экзогенного характера.
28. Газотворность формовочных и стержневых смесей. Источники газов в литейной форме.
29. Газопроницаемость. Определение газопроницаемости.
30. Формирование газового давления. График изменения давления. Критические значения давления для чугуна и стали.
31. Факторы, влияющие на коэффициент газопроницаемости.
32. Условия образования газовых раковин.
33. Поверхностные газовые раковины. Причины их образования.
34. Ситовидная пористость
35. Меры борьбы с газовыми дефектами.
36. Газоусадочные дефекты.
37. Установка в форму для стальных отливок окисленных жеребеек или внутренних холодильников приводит к образованию в отливках дефектов. Что это за дефекты? Как объяснить причину образования этих дефектов.
38. Чем вредна примесь  $\text{CaCO}_3$  (известняка, мела) в формовочных материалах? Как быстро и просто проверить наличие  $\text{CaCO}_3$  в формовочных материалах? Формы и стержни «по-сухому» рекомендуется собирать под заливку горячими. В чем смысл такой рекомендации? К каким дефектам приведет сборка горячей формы и холодного стержня или, наоборот, холодной формы и горячего стержня?
39. Меры по снижению газового давления в форме. К каким дефектам отливок может привести применение формовочных смесей с недостаточным количеством влаги, с избытком влаги?
40. Физические и физико-химические процессы, протекающие на границе контакта отливка - форма.
41. Что такое пригар? Виды пригара.

42. Химический пригар. Причины и механизм его образования. Формы, влияющие на величину химического пригара.
43. Меры борьбы с химическим пригаром.
44. Механический и термический пригар. Расчет критического напора жидкого металла для проникновения его в поры формы.
45. Меры борьбы с механическим пригаром.
46. Условия формирования легкоотделяемого пригара.
47. Мероприятия по уменьшению пригара на стальном и чугунном литье.
48. Мероприятия, направленные на уменьшение физико-химического взаимодействия отливки с формой.
49. Почему внутренние поверхности отливок имеют больший пригар, чем наружные?
50. В чем заключается сущность «Окислительной» теории пригара?
51. Какие факты свидетельствуют о том, что пригар - это явление комплексное?

#### *Вопросы 3-го рейтинг-контроля*

1. Основные рекомендации по обеспечению технологичности внешнего очертания литых деталей.
2. Основные рекомендации по обеспечению технологичности внутренних полостей и отверстий в отливках.
3. Выбор толщины стенок отливок.
4. Основные рекомендации по выполнению сопряжений стенок, углов и переходов литых деталей.
5. Каким образом определяют правильность выбора близко расположенных сечений отливки? Пояснить конкретными примерами.
6. Обоснование выбора способа изготовления отливки.
7. Рекомендации по выбору положения отливки в форме при заливке.
8. Рекомендации по выбору положения разъема формы.
9. Основные рекомендации по определению количества и границ стержней. Определение размеров знаковых частей стержней по ГОСТ 3212-82.
10. Правила выполнения чертежа детали с элементами литейной технологии (ГОСТ 3.1125-88).
11. Определение припусков на механическую обработку литых деталей (ГОСТ 26645-85).
12. Правила выполнения формовочных уклонов (ГОСТ 3212-82).
13. Знаковые части моделей и стержневых ящиков.
14. Литниковые - питающие системы (ЛПС), назначение и основные элементы.
15. Выбор места подвода металла и конструкции ЛПС. Классификация ЛПС.
16. Методики расчета ЛПС.
17. Правила расположения прибылей на отливках.
18. Классификация прибылей.
19. Повышение эффективности работы прибылей.
20. Закрытые прибыли. В форме при применении закрытых прибылей необходимо делать от них газовый канал. К каким дефектам может привести невыполнение этого требования?
21. Обогреваемые прибыли.
22. Легкоотделяемые прибыли.
23. Прибыли, работающие под газовым давлением.
24. Методики расчета прибылей.
25. Холодильники. Назначение, виды.
26. Классификация и выбор опок.

27. Расчет загрузки опок.

*6-й семестр*

*Вопросы 1-го рейтинг-контроля:*

1. Основные факторы при выборе процесса литья.
2. Классификация прогрессивных методов литья.
3. Литье в оболочковые формы. Сущность метода. Область применения.
4. Преимущества и недостатки процесса литья в оболочковые формы.
5. Материалы, применяемые при литье в оболочковые формы: кварцевые пески и смолы, добавки, увлажнители.
6. Способы плакирования.
7. Процесс изготовления форм и стержней при литье в оболочковые формы.
8. Классификация машин для изготовления оболочковых полуформ.
9. Бункерный способ. Рамочный способ. Пескодувный способ.
10. Центробежный способ изготовления стержней.
11. Склеивание полуформ при литье в оболочковые формы.
12. Требования к модельной оснастке, материалы при литье в оболочковые формы.
13. Литье по выплавляемым моделям. Основные сведения о процессе.
14. Схема технологического процесса изготовления отливок при литье по выплавляемым моделям.
15. Преимущества и недостатки. Область применения литья по выплавляемым моделям.
16. Изготовление модели, пресс-формы при литье по выплавляемым моделям.
17. Изготовление модельных блоков, модельные составы при литье по выплавляемым моделям.
18. Изготовление оболочковой формы, требования, материалы: огнеупорные материалы, связующие.
19. Удаление модельного состава. Формовка оболочек, прокаливание, заливка.

*Вопросы 2-го рейтинг-контроля:*

1. Литье по газифицируемым моделям. Сущность процесса. Область применения.
2. Преимущества и недостатки литья по газифицируемым моделям.
3. Схема технологического процесса литья по газифицируемым моделям.
4. Материал моделей, свойства, требования.
5. Технологический процесс изготовления газифицируемых моделей. Способы: ванный, автоклавный, внешний тепловой удар, внутренний тепловой удар, ТВЧ.
6. Сборка моделей, подготовка к формовке.
7. Изготовление формы, материалы.
8. Заливка, выбивка, очистка отливок. Регенерация отработанных материалов.
9. Центробежное литье. Сущность и особенности способа.
10. Преимущества и недостатки. Область применения центробежного литья.
11. Технологический процесс центробежного литья.
12. Нанесение покрытий, футеровка формы при центробежном литье.
13. Литье труб. Литье би-металлических изделий. Разновидности способа
14. Центробежное литье фасонных изделий.
15. Центробежные машины. Центробежно-планетарное литье.

*Вопросы 3-го рейтинг-контроля*

1. Литье в кокиль. Сущность и особенности способа.
2. Преимущества и недостатки. Область применения литья в кокиль.
3. Технологический процесс литья в кокиль.
4. Классификация кокилей. Материалы, конструкция, охлаждение.

5. Облицованные и анодированные кокили.
6. Кокильные машины.
7. Литье под давлением. Сущность метода. Область применения.
8. Преимущества и недостатки литья под давлением.
9. Схема технологического процесса литья под давлением.
10. Пресс-формы, материалы и конструкция. Охлаждение и вентиляция, смазка.
11. Машины литья под давлением.
12. Особые способы литья под давлением.

## **5.2. Промежуточная аттестация** по итогам освоения дисциплины в форме экзамена.

### *Вопросы для проведения экзамена (5-й семестр)*

1. Основные критерии оценки эффективности технологических процессов литья.
2. Современные представления о литейной форме. Общая технологическая схема изготовления отливок в разовых формах ПГФ.
3. Основные требования к литейной форме. Классификация литейных форм.
4. Силовое взаимодействие отливки с формой на первом этапе.
5. Явление гидравлического затвора. Дефекты отливок, связанные с этим явлением.
6. Ужимины и плены. Механизм их образования.
7. Причины образования засоров. Мероприятия для их уменьшения.
8. Мероприятия, направленные на устранение дефектов отливок, образующихся на первом этапе силового взаимодействия.
9. Для предотвращения образования ужимин на отливках наносятся риски или накатка на больших горизонтальных плоскостях формы. Как объяснить положительный эффект действия этих рисков? Почему качество отливок типа «плита», залитых в наклонном положении, выше, чем при заливке в горизонтальном положении?
10. Чем объяснить тот факт, что ужимины и плены чаще образуются на верхних и выпуклых поверхностях отливки, реже на вынутых и нижних?
11. Силовое взаимодействие отливки с формой на 2-ом этапе и связанные с этим явления.
12. Основные причины литейных напряжений в отливках
13. Горячие и холодные трещины. Температурный интервал их образования.
14. Мероприятия по уменьшению склонности металла к трещинам.
15. Расчет напряжений в отливке из-за сопротивления формы.
16. Мероприятия по улучшению податливости формовочных и стержневых смесей.
17. Силовое взаимодействие отливки с формой на 3-м этапе.
18. Тепловое взаимодействие отливки с формой. Температурно-временное поле отливки и формы.
19. Теплофизические свойства формовочных и стержневых смесей.
20. Огнеупорность формовочных смесей. Факторы, влияющие на огнеупорность. Контроль огнеупорности.
21. Физические и физико-химические процессы при нагреве формы.
22. Теплоаккумулирующая способность формы. Ее регулирование.
23. Модифицированные превращения в кварцевом песке и связанные с этим дефекты отливок.
24. Влияние теплофизических свойств материала формы на структуру и свойства отливок.
25. Понятие теплоемкости, теплопроводности и температуро-проводности.
26. Какие изменения происходят в формовочных и стержневых
27. смесях в результате теплового взаимодействия отливки с формой?
28. Причины образования газовых раковин эндогенного и экзогенного характера.
29. Газотворность формовочных и стержневых смесей. Источники газов в литейной форме.

30. Газопроницаемость. Определение газопроницаемости.
31. Формирование газового давления. График изменения давления. Критические значения давления для чугуна и стали.
32. Факторы, влияющие на коэффициент газопроницаемости.
33. Условия образования газовых раковин.
34. Поверхностные газовые раковины. Причины их образования.
35. Ситовидная пористость
36. Меры борьбы с газовыми дефектами.
37. Газоусадочные дефекты.
38. Установка в форму для стальных отливок окисленных жеребеек или внутренних холодильников приводит к образованию в отливках дефектов. Что это за дефекты? Как объяснить причину образования этих дефектов.
39. Чем вредна примесь  $\text{CaCO}_3$  (известняка, мела) в формовочных материалах? Как быстро и просто проверить наличие  $\text{CaCO}_3$  в формовочных материалах? Формы и стержни «по-сухому» рекомендуется собирать под заливку горячими. В чем смысл такой рекомендации? К каким дефектам приведет сборка горячей формы и холодного стержня или, наоборот, холодной формы и горячего стержня?
40. Меры по снижению газового давления в форме. К каким дефектам отливок может привести применение формовочных смесей с недостаточным количеством влаги, с избытком влаги?
41. Физические и физико-химические процессы, протекающие на границе контакта отливка - форма.
42. Что такое пригар? Виды пригара.
43. Химический пригар. Причины и механизм его образования. Формы, влияющие на величину химического пригара.
44. Меры борьбы с химическим пригаром.
45. Механический и термический пригар. Расчет критического напора жидкого металла для проникновения его в поры формы.
46. Меры борьбы с механическим пригаром.
47. Условия формирования легкоотделяемого пригара.
48. Мероприятия по уменьшению пригара на стальном и чугунном литье.
49. Мероприятия, направленные на уменьшение физико-химического взаимодействия отливки с формой.
50. Почему внутренние поверхности отливок имеют больший пригар, чем наружные?
51. В чем заключается сущность «Окислительной» теории пригара?
52. Какие факты свидетельствуют о том, что пригар - это явление комплексное?
53. Основные рекомендации по обеспечению технологичности внешнего очертания литых деталей.
54. Основные рекомендации по обеспечению технологичности внутренних полостей и отверстий в отливках.
55. Выбор толщины стенок отливок.
56. Основные рекомендации по выполнению сопряжений стенок, углов и переходов литых деталей.
57. Каким образом определяют правильность выбора близко расположенных сечений отливки? Пояснить конкретными примерами.
58. Обоснование выбора способа изготовления отливки.
59. Рекомендации по выбору положения отливки в форме при заливке.
60. Рекомендации по выбору положения разъема формы.
61. Основные рекомендации по определению количества и границ стержней. Определение размеров знаковых частей стержней по ГОСТ 3212-82.
62. Правила выполнения чертежа детали с элементами литейной технологии (ГОСТ 3.1125-88).

63. Определение припусков на механическую обработку литых деталей (ГОСТ 26645-85).
64. Правила выполнения формовочных уклонов (ГОСТ 3212-82).
65. Знаковые части моделей и стержневых ящиков.
66. Литниково - питающие системы (ЛПС), назначение и основные элементы.
67. Выбор места подвода металла и конструкции ЛПС. Классификация ЛПС.
68. Методики расчета ЛПС.
69. Правила расположения прибылей на отливках.
70. Классификация прибылей.
71. Повышение эффективности работы прибылей.
72. Закрытые прибыли. В форме при применении закрытых прибылей необходимо делать от них газовый канал. К каким дефектам может привести невыполнение этого требования?
73. Обогреваемые прибыли.
74. Легкоотделяемые прибыли.
75. Прибыли, работающие под газовым давлением.
76. Методики расчета прибылей.
77. Холодильники. Назначение, виды.
78. Классификация и выбор опок.
79. Расчет загрузки опок.

*Вопросы для проведения экзамена (6-й семестр)*

80. Основные факторы при выборе процесса литья.
81. Классификация прогрессивных методов литья.
82. Литье в оболочковые формы. Сущность метода. Область применения.
83. Преимущества и недостатки процесса литья в оболочковые формы.
84. Материалы, применяемые при литье в оболочковые формы: кварцевые пески и смолы, добавки, увлажнители.
85. Способы плакирования.
86. Процесс изготовления форм и стержней при литье в оболочковые формы.
87. Классификация машин для изготовления оболочковых полуформ.
88. Бункерный способ. Рамочный способ. Пескодувный способ.
89. Центробежный способ изготовления стержней.
90. Склеивание полуформ при литье в оболочковые формы.
91. Требования к модельной оснастке, материалы при литье в оболочковые формы.
92. Литье по выплавляемым моделям. Основные сведения о процессе.
93. Схема технологического процесса изготовления отливок при литье по выплавляемым моделям.
94. Преимущества и недостатки. Область применения литья по выплавляемым моделям.
95. Изготовление модели, пресс-формы при литье по выплавляемым моделям.
96. Изготовление модельных блоков, модельные составы при литье по выплавляемым моделям.
97. Изготовление оболочковой формы, требования, материалы: огнеупорные материалы, связующие.
98. Удаление модельного состава. Формовка оболочек, прокаливание, заливка.
99. Литье по газифицируемым моделям. Сущность процесса. Область применения.
100. Преимущества и недостатки литья по газифицируемым моделям.
101. Схема технологического процесса литья по газифицируемым моделям.
102. Материал моделей, свойства, требования.
103. Технологический процесс изготовления газифицируемых моделей. Способы: ванный, автоклавный, внешний тепловой удар, внутренний тепловой удар, ТВЧ.
104. Сборка моделей, подготовка к формовке.

105. Изготовление формы, материалы.
106. Заливка, выбивка, очистка отливок. Регенерация отработанных материалов.
107. Центробежное литье. Сущность и особенности способа.
108. Преимущества и недостатки. Область применения центробежного литья.
109. Технологический процесс центробежного литья.
110. Нанесение покрытий, футеровка формы при центробежном литье.
111. Литье труб. Литье би-металлических изделий. Разновидности способа
112. Центробежное литье фасонных изделий.
113. Центробежные машины. Центробежно-планетарное литье.
114. Литье в кокиль. Сущность и особенности способа.
115. Преимущества и недостатки. Область применения литья в кокиль.
116. Технологический процесс литья в кокиль.
117. Классификация кокилей. Материалы, конструкция, охлаждение.
118. Облицованные и анодированные кокили.
119. Кокильные машины.
120. Литье под давлением. Сущность метода. Область применения.
121. Преимущества и недостатки литья под давлением.
122. Схема технологического процесса литья под давлением.
123. Пресс-формы, материалы и конструкция. Охлаждение и вентиляция, смазка.
124. Машины литья под давлением.
125. Особые способы литья под давлением.

### **5.3. Самостоятельная работа обучающегося.**

#### Раздел 1. Введение. Теория литейной формы

1. Возникновение и развитие технологии получения отливок
2. Схемы технологических процессов получения отливок

#### Раздел 4. Прогрессивная технология изготовления литейных форм и стержней

1. Формовочные и стержневые смеси. Назначение. Способы упрочнения
2. Ручная формовка в опоках. Почвенная формовка
3. Машинная формовка
4. Получение отливок по газифицируемым моделям
5. Способы формовки на автоматических линиях
6. Технологические процессы изготовления стержней
7. Операции, выполняемые при сборке, заливке и охлаждении форм
8. Технология заливки форм. Охлаждение отливок
9. Способы выбивки форм и стержней
10. Обеспечение качества отливок. Контроль технологического процесса изготовления отливок
11. Технология художественного литья
12. Контроль качества формовочных и стержневых смесей. Выбор смесей
13. Дефекты в отливках: несоответствие по геометрии, несплошности в теле отливки
14. Качество литых поверхностей
15. Модельно-литейная оснастка
16. Материалы для изготовления модельного комплекта Конструирование моделей
17. Классификация и показатели точности отливок
18. Конструирование литой детали, отливаемой в песчаные формы
19. Разработка технологического процесса изготовления отливок
20. Получение отливок, требуемых размеров и форм
21. Конструирование стержней
22. Классификация прибылей
23. Конструирование и расчет прибылей
24. Литниковые системы и требования, предъявляемые к ним



25. Типы литниковых систем. Инженерные методы расчета литниковых систем
26. Холодильники для стальных и чугунных отливок
27. Определение габаритов опок и расчет крепления форм
28. Оформление и порядок разработки технологического процесса
29. Особенности получения отливок из разных сплавов в песчано-глинистых формах
30. Технология и основные принципы специальных способов литья
31. САПР в литейном производстве

#### Раздел 11. Другие специальные методы литья

1. Перспективы дальнейшего расширения применения специальных видов литья при производстве отливок, как методов с меньшей материало- и энергоемкостью, меньшими трудозатратами, позволяющими существенно улучшить условия труда и уменьшить вредное воздействие на окружающую среду
2. Непрерывное литье.
3. Полунепрерывное литье
4. Электрошлаковое литье.
5. Вакуумная формовка.
6. Магнитная формовка.
7. Литье с кристаллизацией под давлением.
8. Композиционное литье и другие прогрессивные способы литья.

#### *Самостоятельная работа под руководством преподавателя*

#### Раздел 5. Специальные виды литья, их технологические особенности и возможности.

5.2. Перспективы дальнейшего расширения применения специальных видов литья при производстве отливок, как методов с меньшей материало- и энергоемкостью, меньшими трудозатратами, позволяющими существенно улучшить условия труда и уменьшить вредное воздействие на окружающую среду

Раздел 6. Сущность способа литья в оболочковые формы, его преимущества, недостатки и область применения. Основные операции.

6.2. Смеси для оболочковых форм, методы их изготовления. Методы изготовления оболочковых форм и стержней. Механизация и автоматизация литья в оболочковые формы. Техника безопасности и экологические проблемы при литье в оболочковые формы

Раздел 7. Сущность метода литья по моделям, удаляемым из неразъемных форм. Выплавляемые, выжигаемые, газифицируемые, растворимые модели.

7.2. Требования, предъявляемые к модельным составам. Пресс-формы для изготовления моделей. Облицовочные и наполнительные формовочные составы. Классификация форм.

Раздел 8. Сущность кокильного литья, технологические и экономические преимущества, недостатки метода и область его применения.

8.2. Классификация, типы и конструкция кокилей. Элементы конструкции по ГОСТ. Тепловой режим работы кокиля и его регулирование. Защитные покрытия для кокилей. Методы борьбы с отбелом чугунных отливок. Механизация и автоматизация кокильного литья. Техника безопасности при кокильном литье.

Раздел 9. Сущность способа литья под давлением, его преимущества, недостатки и область применения.

9.2. Конструктивные схемы пневматических и поршневых машин для литья под давлением, их выбор. Автоматизация литья под давлением. Конструкция прессформ и их элементы. Техника безопасности при литье под давлением

Раздел 10. Сущность и разновидности центробежного способа литья. Основные операции, преимущества, недостатки, область применения.

10.2. Технология центробежного литья. Методы футеровки металлических форм, охлаждение форм, дозирование жидкого металла. Возможность получения отливок. Классификация литейных центробежных машин. Механизация и автоматизация процесса.

Меры по охране труда автоматизация процесса. Меры по охране труда автоматизация процесса при центробежном литье.

Раздел 11. Другие специальные методы литья

11.1. Литье под низким давлением. Литье с противодавлением. Литье выжиманием.

11.2. Непрерывное литье.

11.3. Электрошлаковое литье.

11.4. Композиционное литье и другие прогрессивные способы литья.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ
		Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
Основная литература		
Некрасов Г.Б. Основы технологии литейного производства. Плавка, заливка металла, кокильное литье [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Некрасов Г.Б., Одарченко И.Б.— Электрон. текстовые данные.— Минск: Вышэйшая школа, 2013.— 224 с.	2013	<a href="http://www.iprbookshop.ru/3552">http://www.iprbookshop.ru/3552</a> 1
Марукович Е.И. Литейные сплавы и технологии [Электронный ресурс]/ Марукович Е.И., Карпенко М.И.— Электрон. текстовые данные.— Минск: Белорусская наука, 2012.— 443 с.	2012	<a href="http://www.iprbookshop.ru/2946">http://www.iprbookshop.ru/2946</a> 9
Учебно-технологический практикум по литейному производству [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Ю.Ф. Абакумов [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2012.— 76 с.	2012	<a href="http://www.iprbookshop.ru/3158">http://www.iprbookshop.ru/3158</a> 1
Дополнительная литература		
Чернышов Е.А. Литейные технологии. Основы проектирования в примерах и задачах [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Чернышов Е.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Машиностроение, 2011.— 288 с.	2011	<a href="http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=210136">http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=210136</a>
Теория и технология литейного производства. В 2 ч. Ч. 2. Технол. изгот. отливок в разов. формах: Учеб. / Д.М.Кукуй и др. - М.: ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2011 - 406 с.	2011	<a href="http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=211699">http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=211699</a>

### 6.2. Периодические издания

Журналы «Вопросы материаловедения», «Материаловедение».

### 6.3. Интернет-ресурсы

[www.materialscience.ru](http://www.materialscience.ru),

<http://xn--80aagicszezsw.xn--plai/>

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий практического типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы. Практические работы проводятся в специализированных аудиториях.

Лекционные аудитории оборудованы проекторами. Ноутбук.

Перечень используемого лицензионного программного обеспечения: математические пакеты Mathcad 14, MATLAB R14, , CAD/CAM/CAE-система Pro/ENGINEER Wildfire 4 (включая Pro/MECHANICA), КОМПАС 3D v.12; и программное обеспечение со свободными лицензиями: GIMP, Gthumb, ufraw, ImageJ, Inkspace, Dia, Scribus, Maxima, SAGE, qalculate, Scilab, Axiom, GNU Octave, SDDS, GNU R, gnuplot, OpenDX, Elmer, Calculix, Impact, WARP3D, Code\_Aster, OpenFOAM, OpenCalphad, QCad, BRL CAD, gCAD3D, FreeCAD, OpenSCAD, T- FLEX CAD, Eclipse, MS Visual Studio Express, Free Pascal Compiler.

Рабочую программу составил  
доцент кафедры ТФ и КМ, к.т.н. Д.В. Сухоруков \_\_\_\_\_

Рецензент  
Заместитель генерального директора по производству  
ООО «НПО «ИнЛитТех» \_\_\_\_\_

 А.А. Крещик

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТФ и КМ  
Протокол № 1 от 31.08. 2021 года

Заведующий кафедрой ТФ и КМ \_\_\_\_\_ В.А. Кечин

Рабочая программа рассмотрена и одобрена  
на заседании учебно-методической комиссии направления 22.03.01 «Материаловедение и  
технологии материалов»  
Протокол № 1 от 31.08. 2021 года

Председатель комиссии \_\_\_\_\_ В.А. Кечин

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 20\_\_\_\_ / 20\_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 20\_\_\_\_ / 20\_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 20\_\_\_\_ / 20\_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

**ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ**  
в рабочую программу дисциплины  
**«ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ЛИТЫХ  
ЗАГОТОВОК»**

образовательной программы направления подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии  
материалов», направленность: «Материаловедение и цифровые производственные технологии»  
(бакалавриат)

Номер изменения	Внесены изменения в части/разделы рабочей программы	Исполнитель ФИО	Основание (номер и дата протокола заседания кафедры)
1			
2			

Зав. кафедрой ТФ и КМ \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
*Подпись* *ФИО*