

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Самарский государственный технический университет»  
(ФГБОУ ВО «СамГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Ректор ФГБОУ ВО «СамГТУ»,  
И. И. профессор



Д. Е. Быков

« 17 » 10 2023 г.

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА  
в аспирантуру СамГТУ**

по научной специальности

*2.6.3. Литейное производство*

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

К вступительным испытаниям по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре СамГТУ допускаются лица, имеющие образование не ниже высшего (специалитет или магистратура).

Прием осуществляется на конкурсной основе по результатам вступительных испытаний.

## 2. ЦЕЛЬ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

Вступительные испытания призваны определить степень готовности поступающего к освоению основной образовательной программы аспирантуры по данной научной специальности.

## 3. ФОРМА ПРОВЕДЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

Вступительное испытание проводится в письменной форме в соответствии с установленным приемной комиссией СамГТУ расписанием.

Поступающему предлагается ответить письменно на вопросы и (или) решить задачи в соответствии с экзаменационными заданиями, которые охватывают содержание разделов и тем программы вступительных испытаний. Для подготовки ответа поступающие используют экзаменационные листы, которые впоследствии хранятся в их личном деле.

При приеме на обучение по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре результаты каждого вступительного испытания оцениваются **по пятибалльной шкале**.

Минимальное количество баллов для каждого направления подготовки, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания, составляет **3 балла**.

### Шкала оценивания:

**«Отлично»** – выставляется, если поступающий представил развернутые, четкие ответы на основные вопросы экзаменационного билета.

**«Хорошо»** – выставляется, если поступающий представил относительно развернутые, четкие ответы на основные вопросы экзаменационного билета;

**«Удовлетворительно»** – выставляется, если поступающий представил относительно развернутые, четкие ответы на основные вопросы экзаменационного билета, при этом некоторые ответы раскрыты не полностью;

**«Неудовлетворительно»** – выставляется, если при ответе поступающего основные вопросы билета не раскрыты.

## 4. ПЕРЕЧЕНЬ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ И СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### РАЗДЕЛ 1. ЛИТЕЙНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

#### 1.1 Теоретические основы процессов плавки

Классификация металлургических процессов плавки. Термодинамические особенности процессов плавления. Физико-химические и физические свойства элементов.

Испарение и кипение металлов.

Взаимодействие расплавленных металлов с газами. Газонасыщение и газовыделение. Влияние температуры и давления. Образование пористости и газовых раковин и других дефектов в системах Me-H, Me-O, Me-N.

Строение металлических расплавов и их свойства.

Наследственность в сплавах — основные представления о генетической взаимосвязи структуры и свойств в системе шихта-расплав-литое изделие.

Взаимодействие расплавов с окружающей средой, материалами плавильных устройств, флюсами, формой.

Рафинирование, дегазация и раскисление. Основные способы очистки расплавов.

Модифицирование расплавов. Классификация модифицирования и видов модификаторов.

## **1.2 Теория формирования отливки**

Гидравлические процессы. Структура потоков расплава. Способы заполнения литейных форм.

Проектирование и расчет литниково-питающих систем. Управление процессом заполнения форм и питания отливок.

Кристаллизация сплавов в отливках. Математические модели теплового взаимодействия отливки и формы, моделирование и управление тепловыми процессами.

Физико-химические процессы на границе отливки с формой: образование пригара, газовый режим формы, качество поверхности отливок.

Кристаллическая структура отливок. Ликвация, неметаллические включения, газовые дефекты.

Усадочные процессы. Расчет объема усадочных раковин. Прибыли и их классификация. Горячие трещины, остаточные напряжения.

Литейные свойства сплавов. Качество отливок в связи со свойствами сплавов.

## **1.3 Теория и технология литья в песчаные формы**

Формовочные материалы. Физико-химические свойства формовочных и стержневых смесей. Методы определения свойств смесей.

Кварцевые формовочные пески: состав, классификация, методы испытания.

Формовочные глины: состав, классификация, методы испытания.

Противопригарные и другие вспомогательные материалы.

Классификация формовочных и стержневых смесей: сырые и сухие формы, быстротвердеющие смеси, смеси с тепловым и химическим упрочнением. Технологические свойства смесей.

Технология приготовления формовочных и стержневых смесей.

Регенерация смесей.

Модели, стержневые ящики, подмодельные плиты, драйера, опоки и др.

Классификация способов изготовления литейных форм: ручная формовка; формовка в почве, кессонах и жакетах; формовка по неразъемной и разъемной моделям; формовка в стержнях.

Машинная формовка. Способы уплотнения смеси. Способы удаления модели из формы. Виды машинной формовки.

Изготовление стержней. Тепловое и химическое упрочнение стержней. Самоутвердеющие смеси. Упрочнение стержней в оснастке.

Пескодующий и пескострельный процессы.

Сборка и заливка литейных форм.

Выбивка и очистка литья.

## **1.4 Технология специальных способов литья (ССЛ)**

Классификация и область применения ССЛ. Роль и перспективы ССЛ.

Литье в кокиль (ЛК). Области применения ЛК. Основные типы кокилей. Технологические особенности ЛК. Литье в облицованные кокили.

Литье под давлением (ЛПД). Области применения и перспективы. Особенности кристаллизации и формирования отливок при ЛПД. Основные технологические параметры при ЛПД.

Литье под низким давлением (ЛНД). Особенности, преимущества и недостатки ЛНД.

Литье с кристаллизацией под давлением (ЛКД), преимущества и недостатки.

Литье методом выжимания (ЛВ) и литье вакуумным всасыванием (ЛВВ).

Центробежное литье (ЦЛ). Особенности ЦЛ: центробежное давление металла в форме. Особенности кристаллизации в поле центробежных сил. Ликвация при ЦЛ.

Непрерывное литье. Особенности непрерывного литья слитков, преимущества и недостатки. Бесслитковая прокатка. Гранулирование.

Электрошлаковое литье (ЭШЛ). Особенности ЭШЛ, преимущества и недостатки.

Литье по выплавляемым моделям (ЛВМ). Области применения. Технологический процесс изготовления моделей и форм. Литниковые системы при ЛВМ. Сплавы для ЛВМ.

Другие виды специального литья: литье по газифицируемым моделям (ЛГМ), литье в оболочковые формы (ЛОФ), литье погружением (ЛП), литье вакуумным всасыванием (ЛВВ). Особенности каждого способа.

### **1.5 Технология производства отливок из чугуна**

Применение чугуна в машиностроении и других отраслях. Чугун - конструкционный и литейный материал.

Номенклатура чугуна: серый, ковкий, высокопрочный, легированный со специальными свойствами. Отличия и области применения этих групп чугунов.

Особенности технологии плавки и литья чугунных отливок. Связь механических свойств чугуна с химическим составом и скоростью охлаждения.

Основы получения высококачественных чугунных отливок. Выбор состава чугуна и физико-химических методов воздействия на его кристаллизацию. Выбор литниковых систем.

Свойства чугуна с различной формой графита. Методы оценки механических свойств. Влияние состава, структуры, величины зерна, количества, характера распределения неметаллических включений и содержания газов.

Легированные чугуны: основы легирования, классификация.

Коррозионностойкие чугуны. Износостойкие и антифрикционные чугуны. Основы теории трения и изнашивания металлов. Особенности плавки и модифицирования легированных чугунов.

Плавка чугуна. Основы плавки чугуна. Выбор плавильных агрегатов. Плавка в вагранке: коксовой, коксогазовой и газовой на холодном и подогретом дутье. Плавка в электропечах. Основные процессы при плавке в электропечах. Основные типы индукционной и дуговой печей.

Требования, предъявляемые к шихте в зависимости от марок чугуна и характера их назначения. Топливо. Флюсы. Расчет шихты. Особенности плавки обычного и специальных чугунов. Внепечная обработка чугуна. Наследственность при плавке чугунов.

Модифицирование чугуна для получения различных форм графита. Основы суспензионной заливки чугуна.

Контроль качества, исправление дефектов, термообработка.

### **1.6 Технология производства стального литья**

Плавка стали. Классификация процессов и способов плавки. Шихтовые материалы. Наследственность при плавке сталей.

Особенности плавки углеродистых сталей в дуговых и индукционных печах, в вакуумных печах. Раскисление, десульфурация и дефосфорация сталей.

Особенности плавки легированных сталей. Легирующие элементы.

Литейные свойства стали. Влияние основных элементов на жидкотекучесть стали. Связь жидкотекучести с диаграммой Fe-C.

Классификация стали по химическому составу и структуре. Особенности технологии изготовления отливок из низко-, средне- и высоколегированных сталей.

Особенности расчета литнико-питающих систем. Выбор прибылей, холодильников.

Дефекты стальных отливок, классификация. Образование и устранение дефектов. Контроль качества. Термообработка стальных отливок.

### **1.7 Литье из цветных сплавов**

Классификация цветных металлов. Основы синтеза сплавов по Б.Б. Гуляеву.

Алюминиевые сплавы. Классификация литейных и деформируемых сплавов. Промышленные марки, физико-механические и литейные свойства. Печи для плавки. Особенности технологии плавки различных групп сплавов. Рафинирование. Модифицирование. Особенности литниковых систем при литье обычным способом и литье специальными способами (ЛК, ЛПД). Техничко-экономические предпосылки, определяющие выбор способа производства отливок из алюминиевых сплавов. Наследственность в производстве алюминиевых отливок и слитков.

Магниевые сплавы. Промышленные марки литейных и деформируемых сплавов, состав, физико-механические и литейные свойства, области применения. Печи для плавки, особенности плавки. Шихта. Флюсы. Рафинирование. Модифицирование. Особенности технологии получения отливок в обычных формах и специальными способами.

Медные сплавы. Промышленные марки литейных и деформируемых сплавов, их свойства и области применения. Печи для плавки медных сплавов. Особенности технологии плавки, рафинирования и модифицирования. Особенности технологии получения отливок в обычных формах и специальными способами.

Никелевые сплавы. Промышленные марки литейных сплавов, их свойства и области применения. Жаропрочные сплавы. Печи для плавки. Особенности технологии плавки, рафинирования и модифицирования разных групп сплавов. Особенности технологии получения отливок в обычных формах, ЛВМ, ЛКФ и ЛК.

Титановые сплавы. Промышленные марки литейных сплавов, их состав, свойства и области применения. Печи для плавки: дуговые, индукционные, плазменные. Особенности технологии плавки сплавов. Особенности технологии литья в обычных формах, ЛВМ, ЛОФ.

Цинковые сплавы. Промышленные марки сплавов, их состав, свойства и области применения. Печи для плавки. Особенности технологии плавки. Особенности технологии ЛК, ЛПД.

### **1.8 Оборудование и механизация литейных цехов**

Классификация оборудования. Типы оборудования. Основные элементы технологической машины. Рабочие процессы литейных машин и требования к ним.

Прессовые формовочные машины. Связь между уплотнением формовочной смеси и сжимающими напряжениями, уравнения уплотнения прессованием. Особенности прессовых машин различных типов.

Встряхивающие формовочные машины и вибростолы. Характер уплотняющего воздействия на формовочную смесь. Уравнение встряхивания.

Классификация формовочных машин по способу извлечения модели из формы.

Пескодувные машины. Особенности процесса уплотнения. Конструкции формовочных и стержневых машин.

Пескометы. Процесс уплотнения смеси. Основные типы конструкций.

Формовочные машины для изготовления безопочных и опочных форм.

Стержневые машины. Классификация машин по способу изготовления стержня.

Оборудование для изготовления формовочных и стержневых смесей. Классификация смесителей: катковые, лопастные, шнековые, смесители периодического и непрерывного действия.

Оборудование для заливки форм. Классификация заливочных установок по способу выдачи металла из ковша. Дозирующие установки.

Оборудование для выбивки и очистки литья: эксцентриковые, инерционные и ударные выбивные решетки; гидравлические установки, дробеметные машины.

Машины для специальных способов литья. Машины для ЛПД. Основные типы машин ЛПД: вертикальные и горизонтальные холодные камеры прессования; горячая камера прессования. Механизмы прессования. Основные параметры машин ЛПД.

Машины для ЛК. Основные типы и параметры однопозиционных и многопозиционных кокильных машин.

Центробежные машины. Конструктивные типы машин для литья гильз и труб: стационарные и сменные изложницы, однопозиционные и многопозиционные машины.

Машины для непрерывного литья слитков.

Механизация и автоматизация литейных цехов массового, серийного и мелкосерийного производства. Влияние степени механизации и автоматизации на производительность труда. Приводы литейных машин и линий. Режимы работы литейных машин и выбор типа привода.

Системы управления литейных машин и линий.

Поточные механизированные литейные машины.

Автоматические литейные линии.

Автоматизация процесса смесеприготовления.

Автоматизация основных операций процесса изготовления разовых песчаных форм: формовка, сборка и сопряжение форм, заливка, охлаждение и выбивка. Автоматизация основных операций плавки, обрубки и очистки отливок.

### **1.9 Техника безопасности, улучшение санитарно-гигиенических условий. Охрана окружающей среды**

Характеристика условий труда в литейных цехах. Важнейшие факторы, влияющие на условия труда. Основные источники загрязнения. Предельно допустимые концентрации пыли, газов и различных аэрозолей в производственных помещениях. Нормы освещенности, температуры, предельно допустимый шум.

Вопросы техники безопасности в плавильных отделениях. Особенности мер безопасности при работе с цветными сплавами (титановые, магниевые).

Техника безопасности (ТБ) при использовании холоднотвердеющих формовочных и стержневых смесей по горячей оснастке. Основные требования ТБ при ручной формовке, машинной формовке, при выбивке отливок.

### **1.10 Наследственность в литых сплавах**

Существующие представления о проблеме наследственности в литых сплавах. Основы явления и закономерности явления структурной наследственности в системе «твердое-жидкое-твердое».

Специальные способы обработки шихтовых металлов. Классификация способов обработки. Жидкофазная и кристаллизационная обработки. Твердофазная обработка. Дисперсионная обработка. Комбинированная обработка.

Технологические условия наследования структуры шихты. Влияние условий плавки, литья и обработки отливок.

Модифицирование расплавов на основе явления структурной наследственности. Получение мелкокристаллических модификаторов. Механизмы модифицирования. Печное и внепечное модифицирование. Оптимизация параметров модифицирования.

Новые технологии плавки и литья, построенные на основе применения явления структурной наследственности - технологии генной инженерии. Технологии специальных способов обработки шихты. Технологии приготовления сплавов. Оценка эффективности новых технологий.

## Список рекомендуемой литературы

1. Каширцев Л.П. Литейные машины. Литье в металлические формы. М.: Машиностроение, 2005.
2. Воздвиженский В.М. Литейные сплавы и технология их плавки в машиностроении / В.М. Воздвиженский, В.А. Грачев, В.В. Спасский. – М.: Машиностроение, 1984.
3. Пикунов М.В. Плавка металлов, кристаллизация, затвердевание отливок / М.В. Пикунов. – М.: МИСиС, 1997.
4. Рязанов С.А. Теория литейных процессов. Теоретические основы приготовления сплавов. Самара: СамГТУ, 2011.
5. Баландин Г.Ф. Основы теории формирования отливки. Ч.1. М.: Машиностроение, 1976.
6. Баландин Г.Ф. Основы теории формирования отливки. Ч.2. М.: Машиностроение, 1979.
7. Флемингс М. Процессы затвердевания. М.: МИР, 1977.
8. Теория литейных процессов / под ред. Хосена Ри. Хабаровск: РИОТИП, 2008.
9. Трухов А.П. Технология литейного производства: Литье в песчаные формы / А.П. Трухов, Ю.А. Сорокин и др. – М.: Изд. центр «Академия», 2005.
10. Кукуй, Д.М. Теория и технология литейного производства [Текст]: учебник / Д.М. Кукуй, В.А. Скворцов, Н.В. Андрианов. - В 2 ч. - Ч.1. Формовочные материалы и смеси. - Минск: Новое знание; М.: ИНФРА-М, 2011. - 384 с.
11. Кукуй, Д.М. Теория и технология литейного производства [Текст]: учебник / Д.М. Кукуй, В.А. Скворцов, Н.В. Андрианов. - В 2 ч. - Ч.2. Технология изготовления отливок в разовых формах. - Минск: Новое знание; М.: ИНФРА-М, 2011. - 406 с.
12. Литейные формовочные материалы [Текст]: формовоч., стержневые смеси и покрытия: справ. / А.Н. Болдин, Н.И. Давыдов, С.С. Жуковский и др. - М.: Машиностроение, 2006. - 506 с. - ISBN 5-217-03329-0.
13. Давыдов, Н.И. Литейные противопригарные покрытия [Текст]: справ. / Н.И. Давыдов. - М.: Машиностроение, 2008. - 240 с. - ISBN 978-5-217-03407-9.
14. Специальные способы литья: Справочник / Под ред. В.А. Ефимова. М.: Машиностроение, 1991.
15. Производство отливок из сплавов цветных металлов / Под ред. В.Д. Белова. М.: Изд. Дом МИСиС, 2011.
16. Гини, Э.Ч. Технология литейного производства [Текст]: специальные виды литья: Учеб. / Э.Ч. Гини, А.М. Зарубин, В.А. Рыбкин; Под ред. В.А. Рыбкина. - М.: Academia, 2005. - 350 с. - ISBN 5-7695-1850-2.
17. Справочник по чугунному литью / Под ред. Н.Г. Гиршовича. Л.: Машиностроение, 1978.
18. Дюдкин, Д.А. Производство стали [Текст] / Д.А. Дюдкин, В.В. Кисиленко. - М.: Теплотехник. Т.3: Внепечная металлургия стали. - 2010. - 543 с. - ISBN 5-98457-067-1.
19. Дюдкин, Д.А. Производство стали [Текст] / Д.А. Дюдкин, В.В. Кисиленко. - М.: Теплотехник. Т.2: Внепечная обработка жидкого чугуна. - 2008. - 400 с. - ISBN 5-98457-066-1.
20. Дюдкин, Д.А. Производство стали [Текст] / Д.А. Дюдкин, В.В. Кисиленко. - М.: Теплотехник. Т.1: Процессы выплавки, внепечной обработки и непрерывной разливки стали. - 2008. - 528 с. - ISBN 5-98457-058-0.
21. Трухов, А.П. Литейные сплавы и плавка [Текст]: учеб. / А.П. Трухов, А.И. Маляров. М.: Academia, 2004. - 336 с. - ISBN 5-7695-1276-8.
22. Козлов Л.Я., Колокольцев В.М., Вдовин К.Н. и др. Производство стальных отливок. Учебник для вузов. / Под ред. Л.Я. Козлова. - М.: МИСИС, 2003. – 352 с.

23. Ефимов В.А., Эльдарханов А.С. Технологии современной металлургии. М.: Новые технологии, 2004.
24. Курдюмов А.В. и др. Производство отливок из сплавов цветных металлов. М.: Металлургия, 1986.
25. Цветное литье. Справочник / Под ред. Н.М. Галдина. М.: Машиностроение, 1989.
26. Никитин В.И. Производство отливок из сплавов цветных металлов. Самара: СамГТУ, 2011.
27. Горский А.И. Надежность литейного оборудования. М.: Машиностроение, 1995.
28. Матвеевко, И.В. Оборудование литейных цехов [Текст]: Учеб. пособ. для вузов / И.В. Матвеевко. – 2-е изд. Ч.2. - М.: МГИУ, 2009. - 308 с.
29. Матвеевко, И.В. Оборудование литейных цехов [Текст]: учеб. пособие / И. В. Матвеевко. - М.: Ч.1. - 2003. - 172 с. - ISBN 5-276-00360-2.
30. Василевский П.Ф. Технология стального литья. М.: Машиностроение, 1974.
31. Болдин А.Н. и др. Экология литейного производства. Брянск: БГТУ, 2001.
32. Гуляев Б.Б. Синтез сплавов. М.: Металлургия, 1984.
33. Никитин В.И., Никитин К.В. Наследственность в литых сплавах. М.: Машиностроение-1, 2005.
34. Еланский Г.Н., Еланский Д.Г. Строение и свойства металлических расплавов. М.: МГВМИ, 2006.
35. Никитин К.В. Управление качеством литых изделий из алюминиевых сплавов на основе явления структурной наследственности / К.В. Никитин, В.И. Никитин, И.Ю. Тимошкин. – М.: Радуница, 2015.