

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**ПРОГРАММА**

подготовки к вступительному испытанию по дисциплине  
**«Металловедение и термическая обработка алюминия и его сплавов»**  
поступающих на образовательную программу магистратуры  
**22.04.02.03 «Металловедение и термическая обработка алюминия  
и его сплавов»**

Руководитель программы В.П. Жереб



**Красноярск**

## **Содержание программы**

(по дисциплине «Металловедение и термическая обработка алюминия и его сплавов»)

Программа устного экзамена в магистратуру составлена на основе требований федерального государственного образовательного стандарта к минимуму содержания и уровню подготовки студентов по направлению 22.04.02 «Металлургия».

Программа включает содержательную часть, перечень основной и дополнительной литературы и экзаменационные вопросы.

В процессе вступительных испытаний с использованием этих материалов поступающие должны показать свою подготовленность для обучения в магистратуре.

### **Тема 1. Кристаллизация металлов. Строение слитка**

Фазовые превращения в металлах. Строение твердых и жидких металлов. Плавление и кристаллизация чистых металлов, кривые охлаждения. Зависимость объемной энергии Гиббса жидкой и твердой фаз в системе от температуры, и степени переохлаждения.

Гомогенная кристаллизация. Зарождение кристаллов. Понятие критического размера зародыша. Кристаллизационные параметры Таммана. Понятие о зерне и дендритной ячейке в микроструктуре отливки.

Гетерогенная кристаллизация. Строение и структура слитка. Механизмы роста кристаллов при кристаллизации чистых металлов. Формы металлических кристаллов. Факторы, определяющие форму и размер зерна микроструктуры отливки. Влияние микроструктуры на механические свойства сплава. Модифицирование микроструктуры сплава.

Изменение микроструктуры и свойств металлов при холодной и горячей деформации. Изменение микроструктуры и свойства металлов при нагревании, после холодной обработки давлением. Рекристаллизация.

### **Тема 2. Фазовые равновесия в двойных системах**

Понятие о диаграммах фазового равновесия. Применение правила фаз Гиббса к анализу диаграмм состояния системы. Фазовые равновесия в однокомпонентных и бинарных металлических системах и системах металлов и неметаллов. Правило коноды. Правило рычага.

Условия образования и классификация твердых растворов. Третий закон термодинамики и распад твердых растворов.

Диаграммы состояния с неограниченной растворимостью в жидком и твердом состоянии. Кристаллизация твердых растворов. Особенности диффузионных процессов в фазах системы при кристаллизации твердых

растворов. Неравновесная кристаллизация. Фазовые превращения в сплавах.

Диаграммы состояния бинарных систем с эвтектическим равновесием. Кристаллизация и фазовые превращения в твердом состоянии в системах эвтектического типа с ограниченной растворимостью в твердом состоянии. Нормальная и аномальная эвтектика.

Диаграммы состояния бинарных систем с перитектическим равновесием. Кристаллизация и особенности формирования микроструктуры сплавов. Промежуточные фазы.

### **Тема 3. Маркировка, свойства и применение алюминия и его сплавов**

Маркировка, структура и свойства алюминия. Влияния примесей на свойства алюминиевых сплавов. Литейные и деформированные сплавы на основе алюминия. Маркировка свойства и применение сплавов.

Бинарные и многокомпонентные алюминиевые сплавы. Маркировка, свойства и применение литейных алюминиевых сплавов. Диаграмма системы алюминий – кремний. Структура двойных и легированных магнием и медью силуминов. Влияние примесей, условий охлаждения и модифицирования на структуру и свойства силуминов. Применение сплавов. Термическая обработка силуминов.

Деформируемые термически неупрочняемые алюминиевые сплавы. Влияние легирующих элементов на технологические и механические свойства сплавов. Маркировка, свойства, термическая обработка и применение сплавов.

Деформируемые термически упрочняемые алюминиевые сплавы. Влияние легирующих элементов на технологические и механические свойства сплавов. Фазовые и структурные составляющие в сплавах. Маркировка, свойства, термическая обработка и применение термически упрочняемых сплавов.

### **Тема 4. Термическая обработка алюминиевых сплавов**

Классификация видов термической обработки алюминиевых сплавов.

Виды отжига. Цели отжига 1 рода. Отжиг, уменьшающий напряжения. Определение, решаемые задачи. Остаточные напряжения и деформации. Понятие напряжений 1 рода. Термические и структурные напряжения.

Отжиг - гомогенизация. Основное определение. Цели отжига - гомогенизации. Понятие дендритной ликвации, причины образования. Влияние последствий неравновесной кристаллизации на структуру и свойства слитков и отливок из алюминиевых сплавов. Технологические параметры отжига гомогенизации: температура и время. Роль скорости нагрева и скорости охлаждения в технологии гомогенизационного отжига. Особенности структурных изменений при отжиге алюминиевых сплавов.

Отжиг - рекристаллизация. Цели. Понятие «пресс-эффект». Процессы, протекающие при нагреве деформированного металла. Влияние технологических параметров отжига и предшествующей деформации на

положение порога рекристаллизации и интенсивность процессов. Величина рекристаллизованного зерна. Изменение свойств металлов при отжиге - рекристаллизации.

Технология разупрочняющего отжига термически упрочняемых сплавов.

Закалка. Закалка без полиморфного превращения. Основные технологические параметры закалки алюминиевых сплавов: температура, время выдержки, скорость охлаждения. Понятие критической скорости закалки. Изменение механических свойств при закалке без полиморфного превращения. Классификация алюминиевых сплавов по способности к упрочнению при термообработке. Особенности закалки деформируемых и литейных алюминиевых сплавов.

Старение. Основные положения и определения. Стадии распада. Изменения свойств при распаде пересыщенных твердых растворов. Естественное и искусственное старение. Возврат при старении.

Технология термической обработки алюминиевых сплавов (литейных, деформируемых). Использование защитных атмосфер при термической обработке алюминиевых сплавов. Понятие термомеханической обработки алюминиевых сплавов. Виды брака при термической обработке алюминиевых сплавов и методы их контроля.

### Список основной литературы

1. Новиков, И.И. Металловедение: учебник. В 2-х томах. Том 1 / И.И. Новиков, В.С. Золоторевский, В.К. Портной и др.; под общей ред. В.С. Золоторевского. – М.: Издательский Дом МИСиС, 2009. – 496 с.
2. Колачев, Б.А. Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов. / Б.А. Колачев, В.А. Ливанов, В. И. Елагин.-4-е изд., перераб. и доп. - М.: МИСиС, 2005. - 432 с.
3. Мальцев, М. В. Металлография промышленных цветных металлов и сплавов / М. В. Мальцев. – М.: Металлургия, 1970. – 367 с.
4. Захаров, А.М. Диаграммы состояния двойных и тройных систем/ А.М. Захаров. – М.: Металлургия, 1990. –240 с.
5. Биронт, В. С. Теория термической обработки металлов: учебник для вузов по специальности "Металловедение и термическая обработка металлов" / В. С. Биронт; Сибирский федеральный университет [СФУ]. – 2009. 541с.
6. Колачев, Б.А. Технология термической обработки цветных металлов и сплавов: учебное пособие для вузов / Б.А. Колачев, Р.М. Габидуллин, Ю.В. Пигузов. – Москва: Металлургия, 1981.-280 с.
7. Орелкина, Т.А. Материаловедение. Методы анализа структуры и свойств металлов и сплавов: учеб. пособие / Т. А. Орелкина, Е.С. Лопатина, Г.А. Меркулова. Т. Н. Дроздова, А.С. Надолько. Под ред. Т.А. Орелкиной. – Красноярск: СФУ, 2018. – 214с.
8. Меркулова, Г.А. Металловедение и термическая обработка цветных сплавов: учеб. пособие / Г. А. Меркулова. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2008.

– 312 с.

9. Орелкина, Т.А. Практическое металловедение цветных металлов и сплавов: учеб. пособие/ Т.А. Орелкина, Т.Н. Дроздова. А.С. Надолько – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2013. –124с.

### **Список дополнительной литературы**

1. Новиков, И.И. Металловедение, термообработка и рентгенография / И.И. Новиков, Г.Б. Строганов, А.И. Новиков - М.: МИСиС, 1994.- 480с.

2. Биронт, В.С. Материаловедение. Формирование структуры в сплавах двухкомпонентных систем / В.С Биронт, Т.А. Орелкина, В.Ю. Гурская, В.И. Аникина- Красноярск: ГАЦМиЗ., 2006. -96 с.

3. Биронт, В.С. Материаловедение. Конструкционные материалы / В.С. Биронт - Красноярск: ГАЦМиЗ, 2003.-156с.

4. Белов, Н. А. Фазовый состав промышленных и перспективных алюминиевых сплавов: монография / Н. А. Белов; М-во образования и науки РФ, Федеральное гос. образовательное учреждение высш. проф. образования "Нац. исслед. технологический ун-т "МИСиС". - Москва : Издательский дом МИСиС, 2010. - 509 с.

5. Золоторевский, В.С. Металловедение литейных алюминиевых сплавов / В. С. Золоторевский, Н. А. Белов. - М.: МИСИС, 2005. - 374, с.

### **Перечень экзаменационных вопросов**

1. Основные закономерности кристаллизации металлов и сплавов.
2. Строение и структура слитка. Факторы, определяющие форму и размер литого зерна.
3. Изменение структуры и свойств металлов при холодной деформации.
4. Структура и свойства металлов при нагреве после холодной обработки давлением. Рекристаллизация.
5. Дефекты слитков и отливок.
6. Понятия: фазовая диаграмма (диаграмма состояния), компоненты, фазы, структурные составляющие.
7. Основные закономерности физико-химического анализа: правило фаз Гиббса, правило коноды, правило рычага.
8. Промежуточные фазы в металлических системах и системах металлов и неметаллов. Виды твердых растворов.
9. Фазовые диаграммы с неограниченной растворимостью компонентов в жидком и твердом состояниях. Структура при кристаллизации сплавов твердых растворов.
10. Фазовые диаграммы систем с эвтектическим равновесием. Кристаллизация и фазовые превращения в твердом состоянии в системах эвтектического типа с ограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии. Эвтектика как структурная составляющая.

11. Фазовые диаграммы систем с перитектическим равновесием. Кристаллизация и формирования структуры сплавов.
12. Маркировка, структура и свойства алюминия. Влияния примесей на свойства алюминия.
13. Маркировка, свойства и применение литейных алюминиевых сплавов. Диаграмма системы алюминий – кремний. Структура двойных силуминов.
14. Деформируемые термически неупрочняемые алюминиевые сплавы. Влияние легирующих элементов на технологические и механические свойства сплавов. Маркировка, свойства, термическая обработка и применение сплавов.
15. Деформируемые термически упрочняемые алюминиевые сплавы. Влияние легирующих элементов на технологические и механические свойства сплавов. Маркировка, свойства, термическая обработка и применение термически упрочняемых сплавов.
16. Дайте общую характеристику видов термической обработки алюминиевых сплавов.
17. Поясните, для чего выбирают режим гомогенизации алюминиевых сплавов.
18. Объясните технологию отжига слитков для снятия напряжений.
19. Объясните цель и технологию рекристаллизационного отжига.
20. Объясните назначение и технологию отжига термически упрочняемых сплавов с целью разупрочнения.
21. Объясните цель и технологию закалки алюминиевых сплавов.
22. Укажите условия распада твердого раствора и виды старения алюминиевых сплавов.
23. Объясните механизм старения алюминиевых сплавов.
24. Поясните, что такое «возврат при старении», для чего и как его проводят. Укажите недостатки.
25. Объясните, что такое «структурное упрочнение» алюминиевых сплавов и «пресс – эффект».
26. Поясните технологию термической обработки прессованных изделий.
27. Поясните особенность термомеханической обработки алюминиевых сплавов.
28. Объясните технологию термической обработки литейных алюминиевых сплавов.
29. Поясните, какие защитные атмосферы используют при термической обработке алюминиевых сплавов.
30. Перечислите виды брака при термической обработке алюминиевых сплавов и методы контроля.