

Программа
краткосрочного повышения квалификации преподавателей и научных работников
высшей школы по направлению

“Объемные конструкционные и функциональные наноструктурированные материалы (металлы и сплавы, керамика, цементы, композиты и гибриды), технологии их получения”

на базе учебного курса

«Аморфные металлические сплавы. Методы получения и свойства»

Цель: изучение физических принципов технологии получения аморфных металлических сплавов

Категория слушателей: преподаватели и научные работники высшей школы

Срок обучения: 14 часов (7 очная, 7 заочная)

Форма обучения: очно-заочная с дистанционным обучением заочной формы

Режим очных занятий: 7 часов в день

Целью данного курса Целью изучения курса является получение фундаментальных знаний и практических навыков в области технологии получения и свойств аморфных металлических сплавов (АМС) и возможностей использования этих сплавов в реакторном материаловедении при разработке и создании новых конструкционных материалов и способов их соединения, в частности, сплавов-припоев, нейтронопоглощающих покрытий, сплавов с эффектом памяти формы.

Требования к уровню освоения учебного курса

Преподаватели должны:

- Знать:
 - технологии получения АМС;
 - свойства АМС;
 - взаимосвязи технологии производства АМС с их свойствами ;
- Иметь навыки:
 - сбора, систематизации и анализа научно-технической и другой профессиональной информации в области технологий АМС;
 - включать приобретенные знания о технологии АМС и их свойствах в уже имеющуюся систему знаний и применять эти знания в самостоятельных методических разработках;
 - переносить полученных знания о технологии АМС на смежные предметные области и к использованию этих знаний для построения междисциплинарных методических разработок.
- Иметь представление:
 - о физико-химических особенностях АМС;
 - о применении аморфных и закристаллизовавшихся металлических сплавов;
 - о термодинамике и массопереносе при быстром затвердевании;
 - о средствах и методах контроля свойств АМС;

Научные работники должны:

- 1.Знать:
 - технологии получения АМС;
 - свойства АМС;
 - взаимосвязи технологии производства АМС с их свойствами ;
- 2.Иметь навыки:
 - сбора, систематизации и анализа научно-технической и другой профессиональной информации в области технологий АМС;
 - включать приобретенные знания о технологии АМС и их свойствах в уже имеющуюся систему знаний и применять эти знания в самостоятельных методических разработках;
 - переносить полученные знания о технологии АМС на смежные предметные области и к использованию этих знаний для построения междисциплинарных методических разработок.
- 3.Иметь представление:
 - о физико-химических особенностях АМС;
 - о применении аморфных и закристаллизовавшихся металлических сплавов;
 - о термодинамике и массопереносе при быстром затвердевании;
 - о средствах и методах контроля свойств АМС;

Учебный курс «Аморфные металлические сплавы. Методы получения и свойства.» состоит из дистанционной и очной частей.

Дистанционная часть учебного образовательного курса обеспечивает слушателя необходимым объёмом знаний по выбранной тематике, включая подготовку слушателя к проведению лабораторного практикума. Задача дистанционной составляющей учебного курса – подготовить слушателя к очному посещению лаборатории в Национальном Исследовательском Ядерном Университете “МИФИ”.

В дистанционной (теоретической) части учебного курса изложены физические основы технологических процессов получения аморфных металлических сплавов, которые обладают уникальными свойствами по сравнению со своими кристаллическими аналогами, полученными традиционными путями. Для слушателей курса предоставлена информация по применению подобных материалов. Теоретическая часть учебного курса состоит из четырех лекций:

Лекция 1. Введение. Особенности аморфного состояния. Классификация аморфных сплавов

Лекция 2. Методы получения аморфных металлических сплавов.

Высокоскоростное затвердевание расплава. Спиннингование расплава. Закалка плоской струи расплава. Двухвалковый метод. Экстракция расплава. Методы распыления и испарения. Химическое осаждение и электроосаждение. Ионная имплантация. Методы поверхностной аморфизации

Лекция 3. Свойства аморфных металлических сплавов (механические, магнитные).

Упругие характеристики. Прочность аморфных сплавов. Влияние легирования на прочностные характеристики. Пластичность. Сравнительные диаграммы деформации кристаллических и аморфных материалов. Вязкость разрушения. Магнитные свойства аморфных сплавов, особенности и характеристики аморфных магнитно-мягких материалов.

Лекция 4. Свойства аморфных металлических сплавов (электрические, химические, радиационная стойкость).

Электрические свойства аморфных сплавов типа: простой металл-простой металл, переходный металл-металлоид, переходный металл-переходный металл. Химические свойства аморфных сплавов. Коррозия аморфных сплавов на основе железа. Коррозия аморфных сплавов на основе кобальта и никеля. Коррозия аморфных сплавов типа «металл-металл». Причины высокой коррозионной стойкости АМС. Радиационная стойкость аморфных сплавов.

Очная (экспериментальная) часть учебного курса заключается в ознакомлении с технологическим процессом быстрого затвердевания расплава методом закалки плоской струи расплава на специализированной установке Кристалл-702. Основные задания на лабораторный практикум:

- Ознакомиться с особенностями процесса быстро закалки на установке Кристалл-702;
- под руководством оператора провести технологический процесс;
- по результатам эксперимента сделать итоговые выводы о влиянии параметров процесса на геометрию и качество быстро закаленной ленты.

Методические рекомендации по реализации учебной программы

На дистанционную и очную части учебного курса отводится по 7 и 7 часов соответственно. Полное содержание лекций в электронной дистанционной части учебного курса находится на сайте www.nanoobr.ru. Для контроля степени освоения теоретической части учебного курса (лекций) используются **тестовые вопросы** для самопроверки и **контрольные вопросы**.

Тестовые вопросы к курсу

«Аморфные металлические сплавы. Методы получения и свойства»

Лекция 1. Введение. Особенности аморфного состояния. Классификация аморфных сплавов

1. Какой порядок в расположении атомов имеет место аморфных металлических сплавах?

- А) Дальний
- Б) Ближний
- В) И ближний, и дальний

Ответ:

2. Температуру, при которой жидкий расплав переходит в аморфное состояние называют?

- А) Температурой стеклования
- Б) Критической температурой
- В) Неравновесной температурой затвердевания

Ответ:

3. При каком суммарном содержании металлоидов аморфизуются сплавы типа металл-металлоид?

- А) При концентрации 5-10 ат.%
- Б) При концентрации 25-40 ат.%
- В) При концентрации 15...30 ат. %

Ответ:

Лекция 2: Методы получения аморфных металлических сплавов

1. Чем спиннингование расплава отличается от закалки плоской струи расплава?

А) Тем, что сопло для подачи расплавленного металла располагается на очень небольшом расстоянии от движущейся охлаждающей подложки.

Б) Размерами плавильного тигля и его расположением в индукторе

В) Соотношением ширины и длины дозирующего сопла

Г) Все вышеперечисленные

Ответ:

2. Недостатком методов распыления – испарения является:

А) Сложность аппаратного оформления процесса

Б) Низкая скорость увеличения массы образца

В) Присутствие в качестве примеси кислорода

Ответ:

3. В ходе реализации какого метода формирования аморфного сплава существует опасность его наводороживания?

А) Сплэт-закалка

Б) Изменение структуры в твердом состоянии

В) Химическое осаждение и электроосаждение

Ответ:

Лекция 3: Свойства аморфных металлических сплавов (механические, магнитные)

1. С чем связано высокое значение неупругости (внутреннего трения) аморфных металлических сплавов?

А) С характером связи в аморфных металлах

Б) С величиной температуры стеклования

В) С наличием свободного объема

Ответ:

2. По мере нагревания и развития структурной релаксации пластичность аморфных металлических сплавов:

А) Уменьшается

Б) Увеличивается

В) Не изменяется

Ответ:

3. По своим магнитным свойствам аморфные металлические сплавы относятся к:

А) В зависимости от способа получения к диамагнетикам

Б) В зависимости от состава к ферромагнетикам, парамагнетикам, антиферромагнетикам.

В) В зависимости от вида термообработки к ферромагнетикам

Ответ:

Лекция 4: Свойства аморфных металлических сплавов (электрические, химические, радиационная стойкость)

1. Как изменяется удельное электросопротивление аморфных металлических сплавов с повышением температуры?

А) Практически не меняется

Б) Уменьшается

В) Увеличивается

Ответ:

2. В бинарных аморфных металлических сплавах добавление металлоида увеличивает:

А) Время самодиффузии

Б) Склонность к самопассивации

В) Плотность оксидной пленки

Ответ:

3. Какие основные процессы протекают при облучении аморфных металлических сплавов?

А) Образование краудионов

Б) Формирование цепочек межузельных атомов

В) Перераспределение областей свободного объема и протекание процесса структурной релаксации.

Ответ:

Контрольные вопросы для проверки материала в количестве 18 вопросов

1. Какие основные факторы отличают аморфное состояние от кристаллического.
2. При каких условиях возможно получение АМС состава, равного составу расплава.
3. Чем отличается российская классификация АМС от международной.
4. По каким критериям можно определить склонность сплава к аморфизации.
5. Перечислите методы высокоскоростного затвердевания расплава.
6. Какие методы быстрого затвердевания расплава можно отнести к промышленным.
7. Чем отличается спиннингование от закалки плоской струи расплава.
8. Перечислите достоинства и недостатки двухвалкового способа закалки расплава
9. Почему упругие константы аморфных сплавов меньше соответствующих констант кристаллических металлов.
10. С чем связана неупругость аморфных металлических сплавов.
11. Как концентрация металлоидов влияет на прочность аморфных сплавов.
12. Схема деформации аморфного сплава и её отличие от таковой для кристаллического.
13. Почему аморфные сплавы имеют вязкость разрушения, значительно превышающую
14. Нарисуйте и прокомментируйте схему температурной зависимости удельного электросопротивления аморфного и кристаллического сплава одинакового состава.
15. Как изменяется удельное электросопротивление с ростом температуры сплавов: а) «простой металл – простой металл», б) «переходный металл – металлоид», в) «переходный металл – переходный металл».
16. Причины высокой коррозионной стойкости аморфных сплавов.
17. Особенности коррозии аморфных сплавов на основе железа, кобальта, никеля.
18. Влияние металлоидов на коррозионную стойкость аморфных металлических сплавов

В конце очной части учебного курса слушатели готовят отчеты по **темам контрольных рефератов**, которые используются для контроля степени усвоения всего учебного курса на базе экспериментальных результатов и их обработки с применением знаний из дистанционной части курса.

Темы контрольных рефератов по курсу

«Аморфные металлические сплавы. Методы получения и свойства»

1. Высокоскоростное затвердевание расплава: лабораторные и промышленные методы.
2. Влияние легирования металлоидами на физико-химические свойства аморфных сплавов.
3. Магнитно-мягкие аморфные сплавы: особенности и применение.
4. Коррозионно-стойкие аморфные металлические сплавы: взаимосвязь состава и свойств.

№	Название учебного курса и лекций	Всего, час.	в том числе (указать часы)			Форма контроля
			Дистанционные лекции (самостоятельное изучение, дистанционное общение с преподавателем, вопросы-ответы через email, форум, чат и др.)	Самостоятельная работа. Подготовка ответов на контрольные вопросы	Очный практикум или другое практическое задание	
	«Аморфные металлические сплавы. Методы получения и свойства»	14 ч.	5 ч.	2 ч.	7 ч.	Контрольные вопросы (электронная зачётка)
1.	Лекция 1: Введение. Особенности аморфного состояния. Классификация аморфных сплавов		1 ч.	0,5 ч.		Реферат
2.	Лекция 2: Методы получения аморфных металлических сплавов		1 ч.	0,5 ч.		
3.	Лекция 3: Свойства аморфных металлических сплавов (механические, магнитные)		1,5 ч.	0,5 ч.		
4.	Лекция 4: Свойства аморфных металлических сплавов (электрические, химические, радиационная стойкость)		1,5 ч.	0,5 ч.		
Итоговый контроль				Контрольные вопросы (электронная зачётка)	Реферат	

Список литературы (основной и дополнительной), а также других видов учебно-методологических материалов и пособий, необходимых для изучения (конспектов лекций, видеолекций, лазерных дисков и др.).

Список литературы

и др. дополнительных источников информации в кол-ве – 8.

1. Физическое материаловедение: Учебник для вузов: В 6 т./ Под общей ред. Б.А. Калина. Том 5. Материалы с заданными свойствами/ М.А. Алымов, Г.Н. Елманов, Б.А. Калинин, А.Н. Калашников, В.В. Нечаев, А.А.Полянский, И.И.Чернов, Я.И.Штротбах, А.В.Шульга – М.:МИФИ, 2008.-672 с.

2. Аморфные металлы / К. Сузуки, Х. Фудзимори, К. Хасимото / Под ред. Ц. Масумото, пер. с япон. М.: Металлургия, 1987. 328 с.

3. Аморфные металлические сплавы / Под ред. Ф.Е. Люборского: пер. с англ. М.: Металлургия, 1987. 584 с.
4. Ковнеристый Ю.К., Осипов Э.К., Трофимова Е.А. Физико-химические основы создания аморфных металлических сплавов. М.: Наука, 1983. 145 с.
5. Аморфные металлические сплавы / В.В. Немошкаленко, А.В. Романова, А.Г. Ильинский и др. Киев: Наук. Думка, 1987. 248 с.
6. Фельц А. Аморфные и стеклообразные неорганические твердые тела: пер. с нем. М.: Мир, 1986. 558 с.
7. Бакай А.С. Радиационная повреждаемость аморфных и мелкокристаллических тел // Структура и радиационная повреждаемость конструкционных сталей / Под ред. И.В. Горынина и А.М. Паршина. М.: Металлургия, 1996. 168 с.
8. Зайцев А.И. Термодинамический подход к количественной оценке склонности металлических расплавов к аморфизации // Металлы. 2004. № 5. С. 64 – 78.

**Полное содержание лекций в электронной дистанционной части
учебного курса на сайте www.nanoobr.ru**