Министерство образования и науки Российской Федерации

Южно-Уральский государственный университет

Кафедра «Материаловедение и физико-химия материалов»

В.М. Жихарев

**Высокотемпературные материалы**

Методические указания к освоению дисциплины

Челябинск

2015

**Методические указания**

**по освоению дисциплины**

**«Высокотемпературные материалы»**

1. **Цели и задачи дисциплины**

Целью изучения дисциплины является: формирование теоретического базиса бакалавра в области современного материаловедения и прогрессивных технологий получения материалов.  
Задачей изучения дисциплины является: научить студентов современным представлениям о роли и месте высокотемпературных материалов (ВТМ) в современных отраслях науки и техники; дать классификацию и общую характеристику высокотемпературных материалов, сформировать представления об основных современных технологических схемах по получению высокотемпературных материалов.

1. **Краткое содержание дисциплины**

Проблемы разработки и физико- химические свойства высокотемпературных материалов. Процессы твердофазного взаимодействия при получении высокотемпературных материа-лов. Получение тугоплавких соединений.

1. **Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

|  |  |
| --- | --- |
| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции) | Планируемые результаты  обучения по дисциплине (ЗУНы) |
| ОПК-4 способностью сочетать теорию и практику для решения инженерных задач | Знать:• – общие закономерности протекания химических реакций, природу химических реакций, используемых в производствах получения материалов; • – законы и понятия физической химии для анализа материаловедческих систем; • – природу фазовых равновесий в анализируемых системах; • – основные закономерности процессов переноса тепла и массы. |
| Уметь:• – осуществлять корректное математическое описание физических и химических явлений; • – прогнозировать и определять свойства соединений и направления химических реакций; • – выполнять термохимические расчеты, расчеты химического равновесия, равновесия в растворах; |
| Владеть: |
| ПК-6 способностью использовать на практике современные представления о влиянии микро- и нано-структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями | Знать: |
| Уметь:• – уметь использовать на практике современные представления наук о материалах, о влиянии микро- и нано- масштаба на свойства материалов, взаимодействии материалов с окружающей средой, электромагнитным излучением и потоками частиц |
| Владеть: |
| ПК-11 способностью применять знания об основных типах современных неорганических и органических материалов, принципах выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности, экологических последствий их применения при проектировании высокотехнологичных процессов | Знать: |
| Уметь:применять знания об основных типах современных неорганических и органических материалов, принципах выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности, экологических последствий их применения при проектировании высокотехнологичных процессов |
| Владеть: |
| ПК-4 способностью использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации | Знать: |
| Уметь:использовать в исследованиях и расчетах знания о свойствах высокотемпературных материалов, о физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации |
| Владеть: |

1. **Объём и виды учебной работы**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вид учебной работы | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |
| Номер семестра |
| 8 |
| Общая трудоёмкость дисциплины | 72 | 72 |
| *Аудиторные занятия* | 36 | 36 |
| Лекции (Л) | 18 | 18 |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 18 | 18 |
| Лабораторные работы (ЛР) | 0 | 0 |
| *Самостоятельная работа (СРС)* | 36 | 36 |
| Подготовка к лекционным тестам и к практическим занятиям, | 8 | 8 |
| изучение материала, вынесенного на самостоятельную проработку и др. | 10 | 10 |
| • Решение домашних задач, оформление отчетов по работам | 12 | 12 |
| • Подготовка к зачету | 6 | 6 |
| Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен) | - | зачет |

**5. Содержание дисциплины**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № раздела | Наименование разделов дисциплины | Объем аудиторных занятий по видам в часах | | | |
| Всего | Л | ПЗ | ЛР |
| 1 | Проблемы разработки и значение в технике высокотемпературных материалов (ВТМ) | 2 | 2 | 0 | 0 |
| 2 | Физико-химические свойства высокотемпературных материалов. | 10 | 6 | 4 | 0 |
| 3 | Процессы твердофазного взаимодействия при получении высокотемпературных материалов. | 12 | 4 | 8 | 0 |
| 4 | Современные методы получения тугоплавких соединений | 12 | 6 | 6 | 0 |

**5.1. Лекции**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия | Кол-во часов |
| 1 | 1 | Проблемы разработки и значение в технике высокотемпературных материалов | 2 |
| 2 | 2 | Физико-химические свойства высокотемпературных материалов. Тугоплавкие металлы. Карбиды. Нитриды. Оксиды. Силициды. Бориды. Другие тугоплавкие соединения с функциями высокотемпературных материалов. Графит как ВТМ. | 6 |
| 3 | 3 | Получение высокотемпературных материалов методом прямого синтеза. Условия синтеза и современная технология. Метод самораспространяющегося высокотемпературного синтеза. | 4 |
| 4 | 4 | Получение высокотемпературных материалов методами пря-мого и металлотермического восстановления. Метод осажде-ния из газовой фазы. Плазменная аппаратура. Электрохими-ческие методы в технологии получения ВТМ. | 6 |

**5.2. Практические занятия, семинары**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара | Кол-во часов |
| 1 | 2 | Расчеты термодинамических характеристик устойчивости карбидов, оксидов и нитридов металлов. | 4 |
| 2 | 3 | Термодинамический расчет взаимодействия углерода с оксидами тугоплавких металлов при высоких температурах для прогнозирования процессов их получения | 2 |
| 3 | 3 | Термодинамический расчет взаимодействия жидких металлов с тугоплавкими оксидами с целью выбора огнеупорной керамики | 2 |
| 4 | 3 | Термодинамические расчеты возможности получения тугоплавких соединений восстановлением их оксидов в условиях вакуума, нормальных и высоких давлений | 4 |
| 5 | 4 | Кинетические закономерности восстановления оксидов металлов углеродом. | 6 |

**5.4. Самостоятельная работа студента**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Выполнение СРС | | |
| Вид работы и содержание задания | Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) | Кол-во часов |
| Подготовка к прослушиванию последующих лекций | См.п.7 и 8 настоящих метод.указаний по освоению дисциплины | 8 |
| Изучение материала, вынесенного на самостоятельную проработку | См.п.7 и 8 настоящих метод.указаний по освоению дисциплины | 10 |
| Подготовка к практическим занятиям | См.п.7 и 8 настоящих метод.указаний по освоению дисциплины | 4 |
| Решение домашних задач по темам | См.п.7 и 8 настоящих метод.указаний по освоению дисциплины | 12 |
| Подготовка к контрольным мероприятиям (тестам и зачету) | См.п.7 и 8 настоящих метод.указаний по освоению дисциплины | 6 |

1. **Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вид контроля | Процедуры проведения и оценивания | Критерии оценивания |
| зачет | защита решений задач | Зачтено: верные решения задач Не зачтено: неверные решения задач |

1. **Контрольные вопросы и тесты для самопроверки:**

*Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля*

Примеры: 1. Высокотемпературные материалы (ВТМ) и проблемы современной науки и техники.

2. Понятие «ВТМ».

3. Основные требования к ВТМ.

4. Области применения ВТМ.

5. Классификация ВТМ.

6. Какие металлы относят к ВТМ?

7. Какие оксиды относят к ВТМ?

8. Какие карбиды и нитриды относят к ВТМ?

9. Какие бориды и силициды относят к ВТМ?

10. Какие соединения РЗМ относят к ВТМ?

11. Какие композиционные материалы относят к ВТМ?

12. Какие материалы являются абляционными ВТМ?

13. Физико-химические свойства тугоплавких металлов 4-й группы элементов как высокотемпературных материалов.

14. Физико-химические свойства тугоплавких металлов 5-й группы элементов как высокотемпературных материалов.

15. Физико-химические свойства тугоплавких металлов 6-й группы элементов как высокотемпературных материалов.

16. Физико-химические свойства оксидов как высокотемпературных материалов.

17. Физико-химические свойства карбидов и нитридов как высокотемпературных материалов.

18. Физико-химические свойства боридов и силицидов как высокотемпературных материалов

19. Физико-химические свойства графита как высокотемпературного материала.

20. Классификация методов получения ВТМ.

21. Физико-химические обоснования метода прямого синтеза получения ВТМ.

22. Краткая характеристика технологии получения ВТМ методом прямого синтеза.

23. Физико-химические основы самораспространяющегося высокотемпературного синтеза.

24. Термодинамический анализ реакций восстановления оксидов тугоплавких металлов углеродом.

25. Механизм реакций в смесях твердых веществ.

26. Кинетика реакций твердофазного взаимодействия.

27. Краткая характеристика технологии получения карбидных ВТМ методом восстановления оксидов тугоплавких металлов углеродом.

28. Краткая характеристика технологии получения карбонитридных ВТМ методом восстановления оксидов тугоплавких металлов углеродом в присутствии азота.

29. Краткая характеристика реакций и технологии получения ВТМ при совместном восстановлении оксидов тугоплавких металлов и оксидов кремния или бора.

0. Физико-химические основы метода осаждения из газовой фазы при получении ВТМ.

31. Принципиальная схема установок получения ВТМ методом осаждения из газовой фазы.

32. Краткая характеристика технологии получения карбонитридных ВТМ методом осажде-ния из газовой фазы.

33. Физико-химические основы электрохимических методов получения ВТМ.

34. Физико-химические основы электрохимических методов получения ВТМ в низкотемпе-ратурной плазме.

*Контрольные вопросы и задания для проведения промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины*

Раздел 1.

1. Высокотемпературные материалы (ВТМ) и проблемы современной науки и техники.

2. Понятие «ВТМ».

3. Основные требования к ВТМ.

4. Области применения ВТМ.

5. Классификация ВТМ.

6. Какие металлы относят к ВТМ?

7. Какие оксиды относят к ВТМ?

8. Какие карбиды и нитриды относят к ВТМ?

9. Какие бориды и силициды относят к ВТМ?

10. Какие соединения РЗМ относят к ВТМ?

11. Какие композиционные материалы относят к ВТМ?

12. Какие материалы являются абляционными ВТМ?

Раздел 2.

1. Физико-химические свойства тугоплавких металлов 4-й группы элементов как высоко-температурных материалов.

2. Физико-химические свойства тугоплавких металлов 5-й группы элементов как высоко-температурных материалов.

3. Физико-химические свойства тугоплавких металлов 6-й группы элементов как высоко-температурных материалов.

4. Физико-химические свойства оксидов как высокотемпературных материалов.

5. Физико-химические свойства карбидов и нитридов как высокотемпературных материалов.

6. Физико-химические свойства боридов и силицидов как высокотемпературных материалов

7. Физико-химические свойства графита как высокотемпературного материала.

Раздел 3, 4

1. Классификация методов получения ВТМ.

2. Физико-химические обоснования метода прямого синтеза получения ВТМ.

3. Краткая характеристика технологии получения ВТМ методом прямого синтеза.

4. Физико-химические основы самораспространяющегося высокотемпературного синтеза.

5. Термодинамический анализ реакций восстановления оксидов тугоплавких металлов углеродом.

6. Механизм реакций в смесях твердых веществ.

7. Кинетика реакций твердофазного взаимодействия.

8. Краткая характеристика технологии получения карбидных ВТМ методом восстановления оксидов тугоплавких металлов углеродом.

9. Краткая характеристика технологии получения карбонитридных ВТМ методом восстановления оксидов тугоплавких металлов углеродом в присутствии азота.

10. Краткая характеристика реакций и технологии получения ВТМ при совместном восстановлении оксидов тугоплавких металлов и оксидов кремния или бора.

11. Физико-химические основы метода осаждения из газовой фазы при получении ВТМ.

12. Принципиальная схема установок получения ВТМ методом осаждения из газовой фазы.

13. Краткая характеристика технологии получения карбонитридных ВТМ методом осажде-ния из газовой фазы.

14. Физико-химические основы электрохимических методов получения ВТМ.

15. Физико-химические основы электрохимических методов получения ВТМ в низкотемпе-ратурной плазме.

*Вопросы и задания самопроверки обучающегося по отдельным разделам дисциплины*

Домашние задания и вопросы по темам, сформулированные в учебных и методических пособиях по самостоятельной работе студентов

Тема домашнего задания №1: "

Рассчитать и оценить устойчивость тугоплавких метал-лов в контакте с углеродом, углеродсодержащими соединениями, водородом, водой, воздухом в условиях повышенных температур".

Тема домашнего задания № 2: "

Рассчитать и оценить устойчивость карбидов и нитридов тугоплавких металлов в контакте с водородом, водой, азотом, оксидами углерода в усло-виях повышенных температур".

1. **Печатная учебно-методическая документация**

*а) основная литература:*

1. Высокотемпературные материалы Ч. 2 Получение и физико-химические свойства высокотемпературных материалов/ В. П. Елютин, В. И. Костиков, Б. С. Лысов и др. Учеб. для вузов по специальности "Металлургия цв. металлов". - М.: Металлургия, 1973. - 464 с. ил.
2. Елютин, В. П. Высокотемпературные материалы Ч. 1 Физико-химические основы получения тугоплавких материалов Учеб. для вузов по специальности "Металлургия цв. металлов" В. П. Елютин, Ю. А. Павлов. - М.: Металлургия, 1972. - 264 с. черт.
3. Перспективные материалы и технологии самораспространяющегося высокотемпературного синтеза [Текст] учеб. пособие для вузов по направлению 150100 - Металлургия Е. А. Левашов и др.; Нац. исслед. технол. ун-т "МИСиС". - М.: МИСИС, 2011. - 378 с. ил.
4. Физико-химические и технологические основы самораспространяющегося высокотемпературного синтеза Учеб. пособие для вузов по специальностям: 070800- Физ.-хим. методы исследования процессов и материалов и 110800: Композиц. и порошковые материалы, покрытия Е. А. Левашов, А. С. Рогачев, В. И. Юхвид, И. П. Боровинская. - М.: Бином, 1999. - 173,[1] с. ил.

*б) дополнительная литература:*

1. Падерин, С. Н. Теория и расчеты металлургических систем и процессов Учеб. пособие для вузов по специальности 550500 и 651300 "Металлургия" С. Н. Падерин, В. В. Филиппов. - М.: МИСИС, 2002. - 332,[1] с. ил.

*в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:*

Фонд библиотеки университета содержит следующие журналы, используемые при обучении студентов: «Химия», «Металлургия»; «Физическая химия»; «Неорганические материалы»; «Заводская лаборатория»; «Известия вузов. Черная металлургия»; «Известия вузов. Цветная металлургия»; «Литейное производство»; «Металловедение и термическая обработка металлов»; «Металлург»; «Порошковая металлургия»; «Сталь»; «Физика металлов и металловедение»; «Стандарты и качество»; «Надежность и контроль качества»; «Вестник ЮУрГУ. Серия Металлургия»; «Acta Materialia»;«Metallurgical and Materials Transactions».

*г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:*

1. Теория гомогенных и гетерогенных процессов. Теория и расчеты высокотемпературных систем и процессов. Падерин С.Н., Серов Г.В., Рыжонков Д.И. Практикум. -М.: МИСиС, 2003. -164 с.

**Электронная учебно-методическая документация**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Вид  литературы | Наименование разработки | Ссылка на инфор- мационный ресурс | Наименование ресурса в электронной форме | Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный до- ступ) |
| 1 | Дополнительная литература | Падерин, С.Н. Физико-химия металлов и неметаллических материалов. Учебно-методическое пособие. [Электронный ресурс] / С.Н. Падерин, Г.В. Серов. — Электрон. дан. — М. : МИСИС, 2007. — 94 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/1865 — Загл. с экрана. | https://e.lanbook.com/ | Электронно-библиотечная система Издательства Лань | Интернет / Авторизованный |
| 2 | Дополнительная литература | Панов, В.С. Технология и свойства спеченных твердых сплавов и изделий из них. [Электронный ресурс] / В.С. Панов, А.М. Чувилин. — Электрон. дан. — М. : МИСИС, 2001. — 428 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/2071 — Загл. с экрана. | https://e.lanbook.com/ | Электронно-библиотечная система Издательства Лань | Интернет / Авторизованный |
| 3 | Основная литература | Челноков, В.С. Получение соединений тугоплавких металлов. [Электронный ресурс] / В.С. Челноков, И.В. Блинков, В.Н. Аникин, Д.С. Белов. — Электрон. дан. — М. : МИСИС, 2015. — 60 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/69756 — Загл. с экрана. | https://e.lanbook.com/ | Электронно-библиотечная система Издательства Лань | Интернет / Свободный |