**Министерство общего и профессионального образования Свердловской области**

**государственное бюджетное образовательное учреждение**

**среднего профессионального образования**

**Свердловской области**

**«Нижнетагильский техникум промышленных технологий и транспорта»**

**Задание**

**на контрольную работу № 1**

**по дисциплине «Материаловедение»**

**для студентов заочного отделения**

**специальности 190623**

**«Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог»**

Составил: преподаватель

Н. Н. Дмитриева

2012

**Методические указания пор выполнению контрольной работы**

Контрольные задания и краткие методические указания по дисциплине «Материаловедение» составлены в соответствии с рабочей программой по дисциплине, федеральным государственным образовательным стандартом и требованиями к уровню подготовки выпускников по специальности 190623 «Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог». Контрольные задания составлены с целью более полного, углубленного изучения и освоения данной дисциплины. Основной формой изучения дисциплины при заочном обучении является самостоятельная работа с учебником. Программой предусмотрено выполнение одной контрольной работы.

**Порядок выполнения контрольной работы**

Контрольные задания выполняют в письменном виде. Текст вопросов должен быть написан перед ответом на вопрос и подчеркнут. Ответы на вопросы контрольных заданий должны быть четкими и ясными, основываться на теоретических положениях, изложенных в рекомендуемых учебниках. Эскизы, схемы и чертежи должны выполняться от руки в масштабе.

Страницы контрольной работы, таблицы и рисунки пронумеровать, при этом рисунки, эскизы и схемы должны иметь поясняющие подписи.

На страницах работы оставить поля для замечаний рецензента.

В конце выполняемого задания студент приводит список использованной литературы, указывает дату выполнения работы и свою подпись.

Если студент при составлении ответа на какой-нибудь вопрос контрольного задания встретит затруднения и не сможет найти ответ в рекомендованной литературе, он должен обратиться за консультацией.

После рецензирования работы следует изучить все замечания рецензента и дать на них письменные ответы в конце тетради. Исправления в тексте после рецензии не допускаются.

Если работа не зачтена, то после ответа на замечания она представляется на повторное рецензирование. Студент выполняет тот вариант задания, номер которого соответствует последней цифре шифра. В конце контрольной работы необходимо привести список используемой литературы, поставить дату и подпись.

На титульном листе должны быть указаны: ОУ (образовательное учреждение), Ф.И.О. студента, номер шифра и номер варианта.

Приступая к изучению данной дисциплины, необходимо иметь учебную литературу и данные методические указания. После изучения каждой темы необходимо ответить на вопросы для самопроверки.

**Вопросы для самопроверки**

1. Строение и основные свойства металлов и сплавов. Типы химической связи в твердых телах.

2. В чем различия между упругой и пластической деформациями?

3. Как влияют состав сплава и степень пластической деформации на температуру рекристаллизации?

4. В чем физическая сущность процесса кристаллизации?

5. Что называется фазой, компонентом, степенью свободы, системой, структурой?

6. Приведите определения основных видов термической обработки: отжига,

нормализации, закалки и отпуска.

7. Разновидности закалки, и в каких случаях они применяются.

8. Охлаждающие среды при закалке и их особенности.

9. Виды и причины брака при закалке.

10. Для чего и как производится обработка холодом?

11. В чем особенности термической обработки легированной стали?

12. Каковы структуры серых чугунов?

13. Как получают высокопрочный чугун? Строение, свойства и назначение. 14. Каковы преимущества поверхностной индукционной закалки?

15. В чем заключаются физические основы химико-термической обработки? 16. Приведите классификацию серых, высокопрочных и ковких чугунов?

17. Назначение и режимы термической обработки после цементации.

18. Для каких целей и как производятся цианирование и нитроцементация?

19. Каковы требования, предъявляемые к коррозионностойким сталям?

20. Чем определяется выбор марки улучшаемой стали для изделий различного назначения? Примеры марок стали, используемых в различных условиях работы.

21. Какие сплавы относятся к латуням и бронзам?

22. Как классифицируются алюминиевые сплавы?

23. Каковы особенности титановых сплавов и область их применения?

24. Назовите наиболее экологически чистые виды литья.

25. Какие дефекты возникают в литых деталях при усадке?

26. Классификация неметаллических материалов.

27. Применение и свойства неметаллических материалов.

28. Абразивные материалы: классификация, свойства, применение.

29. Цветные металлы и сплавы: производство, свойства, применение.

30. Твердые сплавы и минералокерамические материалы: производство, свойства, применение.

***Задания на контрольную работу***

**Вариант 1**

1. Вычертите диаграмму состояния железо–карбид железа, спишите превращения и постройте кривую нагревания в интервале температур от 00 до 16000 С с применением правила фаз для сплава, содержащего 0,7%С.

2. Основные требования, предъявляемые к инструментальным сталям. Классификация инструментальных сталей.

3. Закалка стали. Назначение и преимущества изотермической закалки.

4. Пирометаллургический способ производства меди.

**Вариант 2**

1. Вычертите диаграмму состояния железо–карбид железа, спишите превращения и постройте кривую нагревания в интервале температур от 00 до 16000 С с применением правила фаз для сплава, содержащего 0,8%С.

2. Получение заготовок из ковкого чугуна.

3. Цианирование. Виды цианирования, назначение.

4. Производство алюминия. Области применения алюминия и его сплавов.

**Вариант 3**

1. Вычертите диаграмму состояния железо–карбид железа, спишите превращения и постройте кривую нагревания в интервале температур от 00 до 16000 С с применением правила фаз для сплава, содержащего 0,5%С.

2. Твердые сплавы. Исходные материалы для производства твердых сплавов.

3. Химико–термическая обработка. Назначение, преимущества.

4. Минералокерамические материалы. В каких отраслях промышленности особенно перспективно их применение.

**Вариант 4**

1. Вычертите диаграмму состояния железо – карбид железа, спишите превращения и постройте кривую нагревания в интервале температур от 00 до 16000 С с применением правила фаз для сплава, содержащего 0,8%С.

2. Абразивные материалы, их виды и характеристика.

3. Особенности термической обработки легированной стали.

4. Свойства, определяемые при динамических испытаниях. Пути повышения прочности металлов.

**Вариант 5**

1. Вычертите диаграмму состояния железо–карбид железа, спишите превращения и постройте кривую нагревания в интервале температур от 00 до 16000 С с применением правила фаз для сплава, содержащего 1,3%С.

2. Понятие о кристаллической решетке. Дефекты кристаллического строения. Виды дефектов, их классификация, влияние на свойства.

3.Термическая обработка чугуна. Термическая обработка отливок из серого чугуна.

4. Минеральные и синтетические смазочные материалы. Классификация, применение.

**Вариант 6**

1. Вычертите диаграмму состояния железо–карбид железа, спишите превращения и постройте кривую нагревания в интервале температур от 00 до 16000 С с применением правила фаз для сплава, содержащего 0,3%С.

2. Общая характеристика коррозийностойких сталей. Особенности их термообработки и применения.

3. Выбор температуры закалки и скорости охлаждения.

4. Композиционные материалы, классификация.

**Вариант 7**

1. Вычертите диаграмму состояния железо–карбид железа, спишите превращения и постройте кривую нагревания в интервале температур от 00 до 16000 С с применением правила фаз для сплава, содержащего 1%С.

2. Стали для режущего инструмента. Понятие о теплостойкости (красноломкости).

3. Резины: свойства, получение, применение.

4. Коррозия металлов, защита от коррозии.

**Вариант 8**

1. Вычертите диаграмму состояния железо–карбид железа, спишите превращения и постройте кривую нагревания в интервале температур от 00 до 16000 С с применением правила фаз для сплава, содержащего 1,8%С.

2. Углеродистые стали и чугуны. Структура, свойства, влияние примесей, классификация, маркировка по ГОСТ, применение.

3. Термопласты: виды. Перспективы их применения.

4. Способы охлаждения при закалке.

**Вариант 9**

1. Вычертите диаграмму состояния железо–карбид железа, спишите превращения и постройте кривую нагревания в интервале температур от 00 до 16000 С с применением правила фаз для сплава, содержащего 2,5%С.

2. Общая характеристика коррозийностойких сталей. Особенности их термообработки и применения.

3. Олово, свинец, цинк и сплавы на их основе: характеристика, применение.

4. Пластмассы, их составы, свойства. Наполнители, ингибиторы, активизаторы в пластмассах.

**Вариант 10**

1. Вычертите диаграмму состояния железо–карбид железа, спишите превращения и постройте кривую нагревания в интервале температур от 00 до 16000 С с применением правила фаз для сплава, содержащего 0,3%С.

2. Отжиг. Цель и назначение диффузионного, изотермического отжига.

3. Легированные конструкционные стали. Влияние легирующих элементов.

4. Опишите, в каких отраслях промышленности особенно перспективно применение титана и сплава титан.

**Список рекомендуемой литературы**

1. Адаскин А.М. Материаловедение (металлообработка)/А.М. Адаскин, В. М. Зуев. – 3-е изд.стер. – М.: Издательский центр «Академия», 240с.

2. Богомолова М.Л. Металлография и общая технология металлов/ М.Л.Богомолова, А.К. Гордиенко. – М.: Высшая школа1983. – 80 с.

3. Геллер Ю.А. Инструментальные стали. - М.: Металлургия, 1983. – 526с.

4. Гуляев А.П. металловедение. - М.: Металлургия, 1986. – 554 с.

5. Калиничев В.А. Прогрессивные материалы в машиностроении/ В.А.Калиничев, И.М.Булатов. – М.: Высшая школа1988 – 71с.

6. Лахтин Ю.М. Металловедение и термическая обработка металлов. - М.:

Металлургия, 1984. – 360 с.

7. Новые материалы / под научной редакцией Ю.С.Карабасова. – М. : Изд-во МИСиС, 2002. – 736с.

8. Фетисов Г. П., Карпман, М.Г., Матюшин В.М. и др. Материаловедение и технология металлов. - М.: Высшая школа2001. - 638с.

9. Цуркан И.Г.. Казарновский С.Н., Колотухин И.Н. Смазочные и защитные материалы/2-е издание переработанное и дополненное – М: Транспорт, 2000.

**Пример**

**выполнения контрольной работы**

**по дисциплине «Материаловедение»**

**Вариант 30**

1. Существенные характеристики кристаллической структуры.

2. Энергетические условия процесса кристаллизации. Почему превращения

происходят при строго определенных температурах?

3. Какую роль играют несовершенства структуры кристаллов. Какую роль играют дислокации в вопросах прочности и пластичности материала.

4. Характеристика твердых растворов замещения.

**Контрольная работа №1**

**1. Существенные характеристики кристаллической структуры.**

Все вещества могут находиться в трех агрегатных состояниях: твердом, жидком и газообразном, переходы между которыми (так называемые фазовые переходы) сопровождаются скачкообразными изменениями свободной энергии энтропии, плот­ности и других физических свойств. Четвертым агрегатным состоянием часто называют плазму — сильно ионизированный газ (т. е. газ за­ряженных частиц — ионов, электронов), образующийся при вы­соких температурах (свыше 105 К). Однако это утверждение неточно, так как между плазмой и газом нет фазового перехода. Тем не менее, плазма резко отличается от газа прежде всего сильным электриче­ским взаимодействием ионов и электронов, проявляющимся на боль­ших расстояниях Реализация того или иного агрегатного состояния вещества за­висит главным образом от температуры и давления, при которых оно находится.

В газах межмолекулярные расстояния большие, молекулы практически не взаимодействуют друг с другом и, свободно двигаясь, заполняют весь возможный объем. Таким образом, для газа характерно отсут­ствие собственного объема и формы.

Жидкости и твердые тела относят к конденсированному состоя­нию вещества. В отличие от газообразного состояния, у вещества в конденсированном состоянии атомы расположены ближе друг к другу, что приводит к их более сильному взаимодействию и, как следствие этого, жидкости и твердые тела имеют постоянный собст­венный объем. Для теплового движения атомов в жидкости харак­терны малые колебания атомов вокруг равновесных положений и ча­стые перескоки из одного равновесного положения в другое. Это приводит к наличию в жидкости только так называемого ближнего порядка в расположении атомов, т.е. некоторой закономерности в расположении соседних атомов на расстояниях, сравнимых с меж­атомными. Для жидкости в отличие от твердого тела характерно та­кое свойство, как текучесть.

Атомы в твердом теле, для которого в отличие от жидкого тела характерна стабильная, постоянная собственная форма, совершают только малые колебания около своих равновесных положений. Это приводит к правильному чередованию атомов на одинаковых расстояниях для сколь угодно далеко удаленных атомов, т.е. существования так называемого дальнего порядка *в* расположении атомов. Такое правильное, регулярное расположение атомов в твердом теле, характеризующееся периодической повторяемостью в трех измерениях образует кристаллическую решетку*,* а тела, имеющие кри­сталлическую решетку, называют твердыми телами*.*

Кроме того, существуют аморфные тела (стекло, воск и т. д.). В аморфных телах атомы совершают малые колебания вокруг хаотически расположенных равновесных положений, т. е. не образуют кристаллическую решетку. Аморфное тело находится с термодинамической точки зре­ния в неустойчивом (так называемом метастабильном) состоянии и его следует рассматривать как сильно загустевшую жидкость, ко­торая с течением времени должна закристаллизоваться, т. е. атомы в твердом теле должны образовать кристаллическую решетку и пре­вратиться в истинно твердое тело.

Аморфное состояние образуется при быстром- (106 О С/с и более) охлаждении расплава. Например, при охлаждении ряда сплавов из жидкого состояния образуются так называемые металлические стекла, обладающие специфическими физико-механическими свойствами.

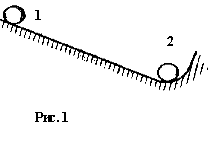
Атомы в кристаллическом твердом теле располагаются в пространстве закономерно, периодически повторяясь в трех измерениях через строго определенные расстояния, т.е. образуют кристаллическую решетку*.* Кристаллическую решетку можно «построить», выбрав для этого определенный «строи тельный блок» (аналогично постройке стены из кирпичей) и многократно смещая этот блок по трем, непараллельным направлениям. Такая «строительная» единица кристаллической решетки имеет форму параллелепипеда и называется элементарной ячейкой. Все элемен­тарные ячейки, составляющие кристаллическую решетку, имеют одинаковую форму и объемы. Атомы могут располагаться как в вер­шинах элементарной ячейки, так и в других ее точках (в узлах кри­сталлической решетки). В первом случае элементарные ячейки назы­ваются простыми (примитивными), во втором - сложными. Если форма элементарной ячейки определена и известно расположение всех атомов внутри нее, то имеется полное геометрическое описание кристалла, т. е. известна его атомно-кристаллическая структура.

**2. Энергетические условия процесса кристаллизации. Почему превращения происходят при строго определенных температурах?**

Любое вещество, как известно, может находиться в трех агрегатных состояниях: газообразном, жидком и твердом. В чистых металлах при определенных температурах происходит изменение агрегатного стояния твердое состояние сменяется жидким при температуре плавления, жидкое состояние переходит в газообразное при темпе­ратуре кипения. Температуры перехода зависят от давления, но при постоянном давлении они вполне определенны. При переходе из жидкого состояния в твердое образуется кристаллическая решетка, возникают кристаллы. Такой процесс называется кристаллизацией. Чем объясняется существование при одних температурах жидкого, а при других температурах твердого состояния и почему превращение происходит при строго определенных температурах.

В природе все самопроизвольно протекающие превращения, а следовательно, кристаллизация и плавление обусловлены тем, что новое состояние в новых условиях является энергетически бо­лее устойчивым, обладает меньшим за­пасом энергии.

Поясним примером. Тяжелый шарик из положения 1 (рис. 1) стремится попасть в более устойчивое положение *2,* так как по­тенциальная энергия в положении *2* меньше, чем в положении 1.



Энергетическое состояние системы, имеющей огромное число охваченных теп­ловым движением частиц (атомов, молекул), характеризуется осо­бой термодинамической функцией *F,* называемой свободной энер­гией (свободная энергия F = U — ТS, где U *—* внутренняя энергия системы; Т— абсолютная температура; S—энтропия). Можно сказать, что чем больше свободная энергия системы, тем система менее устойчива, и если имеется возможность, то си­стема переходит в состояние, где свободная энергия меньше («подобно» шарику, который скатывается из положения 1 в положение *2,* если на пути нет препятствия).

С изменением внешних условий, например температуры, свободная энергия системы изменяется по сложному закону, но различно для жидкого и кристаллического состояний. Схематически характер изменения свободной энергии жидкого и твердого состояний с тем­пературой показан на рис. 2

Выше температуры Тs, меньшей свободной энергией обладает вещество в жидком состоянии, ниже Тs — вещество в твердом состоянии. Следовательно, выше Ts, вещество должно находиться в жидком состоянии, а ниже Тs, — в твердом, кристаллическом.

Очевидно, что при температуре, равной Ts, свободные энергии жидкого и твердого состояний равны, металл в обоих состояниях находится в равновесии. Эта температура Ts и есть равновесная или теоретическая температура кристаллизации. Однако при Ts не может происходить процесс кристаллизации (плавление), так как при данной температуре Fж = Fкр и процесс

|  |
| --- |
|  |

Рис. 2. Изменение свободной энергии жидкого (1) и кристаллического (2)

состояния в зависимости от температуры

|  |
| --- |
|  |

Рис. 3. Кривые охлаждения при кристаллизации

кристаллизации (плавления) не может идти, так как при равенстве обеих фаз это не будет сопровождаться уменьшением свободной энергии.

Для начала кристаллизации необходимо, чтобы процесс был термодинамически выгоден системе и сопровождался уменьшением свободной энергии системы. Из кривых, приведенных на рис. 2. видно, что это возможно только тогда, когда жидкость будет охлаж­дена ниже точки Ts. Температура, при которой практически начи­нается кристаллизация, может быть названа фактической темпера­турой кристаллизации.

Охлаждение жидкости ниже равновесной температуры кристал­лизации называется переохлаждением. Указанные причины обусловливают и то, что обратное превраще­ние из кристаллического состояния в жидкое может произойти только выше температуры Ts; это явление называется перенагрева­нием.

Величиной или степенью переохлаждения называют разность между теоретической и фактической температурами кристаллизации.

Процесс перехода металла из жидкого состояния в кристалличе­ское можно изобразить кривыми в координатах время — темпера­тура (рис. 3). Охлаждение металла в жидком состоянии сопровождается плав­ным понижением температуры и может быть названо простым охлаж­дением, так как при этом нет качественного изменения состояния.

При достижении температуры кристаллизации на кривой тем­пература — время появляется горизонтальная площадка (кривая 1, рис.3), так как отвод тепла компенсируется выделяющейся при кристаллизации скрытой теплотой кристаллизации. По окончании кристаллизации, т. е. после полного перехода в твердое состояние, температура снова начинает снижаться, и твердое кристаллическое вещество охлаждается. Теоретически процесс кристаллизации изображается кривой 1. Кривая 2 показывает реальный процесс кристаллизации. Жидкость непрерывно охлаждается до температуры переохлаждения Тп, лежащей ниже теоретической температуры кристаллизации Ts. При охлаждении ниже температуры Ts со­здаются энергетические условия, необходимые для протекания про­цесса кристаллизации.

У некоторых металлов из-за большого переохлаждения скрытая теплота плавления выделяется в первый момент кристаллизации настолько бурно, что температура скачкообразно повышается, при­ближается к теоретической (кривая 3, рис.3). Чем больше скорость охлаждения, тем больше величина переохлаждения. Для того, чтобы полностью переохладить металл в жидком состоянии требуются большие скорости охлаждения (миллионы и даже миллиарды градусов в секунду), охлаждение жидкого металла до ком­натной температуры следует проводить так, чтобы получить перео­хлажденный жидкий металл (т. е. металл, не имеющий кристалли­ческого строения) за ничтожную долю секунды. Такой, металл назы­вается аморфным или металлическим стеклом, который начинает применяться на практике.

**3. Какую роль играют несовершенства структуры кристаллов. Какую роль играют дислокации в вопросах прочности и пластичности материала.**

Встречающиеся в природе кристаллы, как монокристаллы, так и зерна в поликристаллах, никогда не обладают строгой перио­дичностью в расположении атомов т. е. не являются «идеальными» кристаллами. В действительности «реальные» кристаллы содержат те или иные несовершенства (дефекты) кристаллического строения.

Дефекты в кристаллах принято классифицировать по характеру их измерения в пространстве на точечные (нульмерные), линейные (одномерные), поверхностные (двухмерные), объемные (трехмерные).

Точечными дефектами называются такие нарушения периодично­сти кристаллической решетки, размеры которых во всех измерениях сопоставимы с размерами атома. К точечным дефектам относят вакансии (узлы в кристаллической решетке, свободные от атомов), межузельные атомы (атомы, находящиеся вне узлов кристаллической решетки), а также примесные атомы, которые могут или замещать атомы основного металла (примеси замещения), или внедряться в на­иболее свободные места решет­ки (поры или междоузлия) ана­логично межузельным атомам (примеси, внедрения).

Линейные дефекты в кристаллах характеризуются тем, что их поперечные раз­меры не превышают нескольких межатомных расстояний, а длина может достигать размера кристалла. К линейным дефектам относятся дислокации — линии, вдоль и вблизи которых нарушено правильное периодическое расположение атомных плоскостей кристалла. Различают краевую и винтовую дислокации.

Кра­евая дислокация представляет собой границу неполной атомной плоскости (экстра­плоскости). Винтовую дислокацию можно определить как сдвиг одной части крис­талла относительно другой.

В кристаллах встречаются и так называемые смешанные дислокации. Дислокации не могут обрываться внутри кри­сталла — они должны быть либо замкнутыми, либо выходить на поверхность кри­сталла. Плотность дислокации, т. е. число линий дислокации, пересекающих внутри металла площадку в 1 см2, составляет 103—104 в наиболее совершенных монокристал­лах до 1012 в сильно деформированных металлах Дислокации создают в кристалле вокруг себя поля упругих напряжений, убывающих обратно пропорционально рас­стоянию от них. Наличие упругих напряжений вокруг дислокации приводит к их взаимодействию, которое зависит от типа дислокации и их векторов Бюргерса. Под действием внешних напряжений дислокации двигаются (скользят), что опреде­ляет дислокационный механизм пластической деформации. Перемещение дислока­ции в плоскости скольжения сопровождается разрывом и образованием вновь меж­атомных связей только у линии дислокации, поэтому пластическая де­формация может

протекать при малых внешних напряжениях, гораздо меньших тех, которые необходимы для пластической деформации идеального кристалла путем разрыва всех межатомных связей в плоскости скольжения. Обычно дислокации возникают при образовании кристалла из расплава. Основным механизмом размно­жения дислокации при пластической деформации являются так называемые источ­ники Франка-Рида. Это отрезки дислокации, закрепленные на концах, которые под действием напряжений могут прогибаться ,испуская при этом дислокации, и вновь восстанавливаться.

Обычно упрочненное состояние достигается при взаимодействии дислокации друг с другом, с атомами при­месей и частицами другой фазы. Дислокации влияют не только на прочностные и пластические свойства металлов, но также и на их физические свойства (увеличивают электросопротивление, скорость диффузии ит.д.).

Процесс сдвига в кристалле будет происходить тем легче, чем больше дислокации будет в металле. В металле, в котором нет дислокации, сдвиг возможен только за счет одновременного сме­щения всей части кристалла. В случае, если под действием напря­жений дислокации не зарождаются, то прочность бездислокационного металла должна быть равна теоретической.

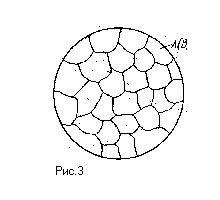
Существует и другой способ упрочнения металлов. Оказывается, что реальная прочность металлов падает с увеличением числа дисло­кации только вначале. Достигнув минимального значения при не­которой плотности дислокации, реальная прочность вновь начинает возрастать. Повышение реальной прочности с возра­станием плотности дислокации объясняется тем, что при этом возни­кают не только параллельные друг другу дислокации, но и дислока­ции в разных плоскостях и направлениях. Такие дислокации будут мешать друг другу перемещаться, и реальная прочность металла повысится.

Давно известны способы упрочне­ния, ведущие к увеличению полезной плотности дислокации; это — механи­ческий наклеп, измельчение зерна и блоков мозаики, термическая обработка и т. д. Кроме того, известные методы легирования (т. е. внедрение в решетку чужеродных атомов), созда­ющие всякого рода несовершенства и искажения, кристаллической решетки, также являются методами создания - препятствий для свободного перемеще­ния дислокации (блокирования дислокаций).Сюда же относятся способы образования структур с так называемыми упрочняющими фазами, вызывающими дисперсионное твердение и др. Однако при всех этих способах упрочнения прочность не достигает теоретического значения.

Следовательно, в той или иной степени наличие дислокации в реальном металлическом кристалле является причиной более низкой его прочности по сравнению с теоретической, и одновременно придающей способность пластически деформироваться, способность реального металла пластиче­ски деформироваться является его важнейшим и полезнейшим свой­ством. Это свойство используют при различных технологических процессах — при протяжке проволоки, операциях гибки, высадки, вытяжки, штамповки и т. д. Большое значение оно имеет и для обе­спечения конструктивной прочности или надежности металлических конструкций, деталей машин и других изделий из металла. Опыт по­казывает, что если металл находится в хрупком состоянии, т. е. если его способность к пластическому деформированию низка, то он в изделиях склонен к внезапным так называемым хрупким раз­рушениям, которые часто происходят даже при пониженных нагруз­ках на изделие.

**4. Характеристика твердых растворов замещения.**

В жидком состоянии большинство металлических сплавов, приме­няемых в технике, представляет собой однородные жидкости, т. е. жидкие растворы. При переходе в твердое состояние во многих таких сплавах однородность сохраняется, следо­вательно, сохраняется и растворимость. Твердая фаза, образующаяся в результате кристаллизации такого сплава, называется твердым раствором*.* Химический или спектральный анализ показывает в твердых растворах наличие двух элементов или более, тогда как по данным металлографического анализа такой сплав, как и чистый металл, имеет однородные зерна (рис. 3).



Рентгеновский ана­лиз обнаруживает в твердом растворе, как и у чистого металла, только один тип решетки. Следовательно, в отличие от механической смеси твердый раствор является однофазным, состоит из одного вида кристаллов, имеет одну кри­сталлическую решетку; в отличие от химического соединения твердый раствор существует не при определенном соотношении компонентов, а в интервале концентраций.

Строение твердых растворов на основе одного из компонентов сплава таково, что в решетку основного металла-растворителя входят атомы растворенного вещества.

Здесь возможны два принципиально различных случая:

1.Твердые растворы замещения.

2.Твердые растворы внедрения.

Рассмотрим 1-вый.

Твердые растворы замещения: Металл А имеет, например, ре­шетку, изображенную на( рис. 4, а). Растворение компонента В в ме­талле А происходит путем частичного замещения атомов А атомами В в решетке основного металла (рис. 4,б).

|  |
| --- |
|  |

|  |
| --- |
|  |

Рис4

а — чистый металл; б — твердый раствор замещения.

При образовании растворов внедрения и замещения атомы рас­творенного компонента распределяются в решетке растворителя беспорядочно.

При образовании твердого раствора сохраняется решетка одного из элементов и этот элемент называется *растворителем.* Атомы растворенного вещества искажают и изменяют средние размеры эле­ментарной ячейки растворителя. При образовании твердых растворов замещения периоды решетки изменяются в зависимости от разности атомных диаметров растворенного элемента и растворителя. Если атом растворенного элемента больше атома растворителя, то элементарная ячейка, решетки увеличивается, если меньше, то сокращается. В первом приближении это изменение пропорционально концентрации растворенного компо­нента, выраженной в атомных процентах; однако отклонения от линейной зависимости бывают иногда до­вольно значительными. Изменение параметров решетки при образовании твердых растворов — весьма важный момент, определяющий изменение свойств. В общем, независимо от вида металла относительное упрочнение при образовании твердого раствора пропорционально относительному изменению параметров решетки, причем уменьшение параметров решетки ведет к большему упрочнению, чем её расширение.

Твердые растворы замещения могут быть ограниченные и неограниченные. При неограниченной растворимости любое количество атомов А может быть заменено атомами В. Следовательно, если увеличивается концентрация атомов В, то все больше и больше атомов В будет находиться в узлах решетки вместо атомов А до тех пор, пока все атомы А не будут заменены атомами В и, таким образом, как бы плавно совершится переход от металла Л к металлу В (рис. 5). Это возможно при условии, если оба металла имеют одинаковую кристаллическую структуру, т. е. оба компонента являются изоморфными. Следовательно, первым условием образования неорганического ряда твердых растворов является наличие у обоих компонентов оди­наковых кристаллических решеток, т. е. условие изоморфности ком­понентов.

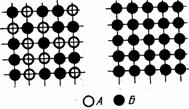


Рис. 5. Кристаллические решетки твердых растворов замещения при неограниченной растворимости компонентов

Если у двух металлов с одинаковыми кристаллическими решет­ками сильно различаются атомные радиусы, то образование твердых растворов между этими металлами сильно искажает кристаллическую решетку, что приводит к накоплению в решетке упругой энергии когда это искажение достигает определенной величины, кристалли­ческая решетка становится неустойчивой и наступает предел раство­римости. Итак, вторым условием образования неограниченных твердых растворов является достаточно малое различие атомных размеров компонентов. Замечено, что неограниченная растворимость наблю­дается преимущественно у элементов, близко расположенных друг от друга в периодической таблице Д. И. Менделеева, т. е. близких друг к другу по строению валентной оболочки атомов, по физической природе. Если кристаллические решетки и неодинаковы, но близки, похожи, например, гранецентрированные кубические и тетрагональные, то возможен плавный переход от одной решетки к другой с образованием и в этом случае неограниченного твердого раствора.

Если сплавляемые металлы принадлежат к далеко расположен­ным друг от друга группам Периодической системы и поэтому имеют различную физическую природу, то они часто бывают склонны к образованию химических соединений, а не твердых растворов.

Если два металла не отвечают перечисленным выше условиям, то они могут ограниченно растворяться друг в друге. Замечено, что растворимость тем меньше, чем больше различие в размерах атомов и в свойствах, компонентов, образующих раствор. Ограниченная рас­творимость в большинстве случаев уменьшается с понижением тем­пературы.

Список использованной литературы

1. Геллер Ю.А. Инструментальные стали. - М.: Металлургия, 1983, 526с.

2. Гуляев А.П. Иеталловедение. - М.: Металлургия, 1986, 554 с.

3. Ляхтин Ю.М. Металловедение и термическая обработка металлов. - М.:

Металлургия, 1984, 360 с.