

Омский государственный технический университет
Кафедра «Материаловедение и ТКМ»

Группа

ХТ-182

Студент

Труфанов С.В.

Вариант № 34

Как и почему скорость охлаждения при кристаллизации влияет на строение слитка?

Чем объясняется упрочнение металла при пластической деформации?

Вычертите диаграмму состояния железо-цементит; укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы; опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 0,01% С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?

Вычертите диаграмму изотермического превращения аустенита для стали У8. Нанесите на нее кривую режима изотермической обработки, обеспечивающей получение твердости 55 HRC. Укажите, как этот режим называется, опишите сущность превращений и структуру, получаемую в этом случае.

Антифрикционные сплавы на основе цветных металлов (оловянные и свинцовые). Составы, строение, маркировка и области применения.

Преподаватель

Мухоморова

Мухоморова С.В.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Омский Государственный Технический Университет»

Кафедра «Машиностроение и материаловедение»
Секция: «Материаловедение и технология конструкционных материалов»

ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ
по дисциплине «Материаловедение»
Контрольная работа
Вариант №34

Выполнил:

ст. гр. ХТ-182

Труфанов Е.В.

Проверил:

ст. пр. Казаньева А.Э.

21.12.19.

105.

1. Как и почему скорость охлаждения при кристаллизации влияет на строение слитка?

Переход металла из жидкого состояния в твердое (кристаллическое) называется кристаллизацией. Процесс кристаллизации может протекать только при переохлаждении металла ниже равновесной температуры $T_{\text{п}}$. Разность между температурами $T_{\text{п}}$ и $T_{\text{к}}$, при которых может протекать процесс кристаллизации, носит название степени переохлаждения:

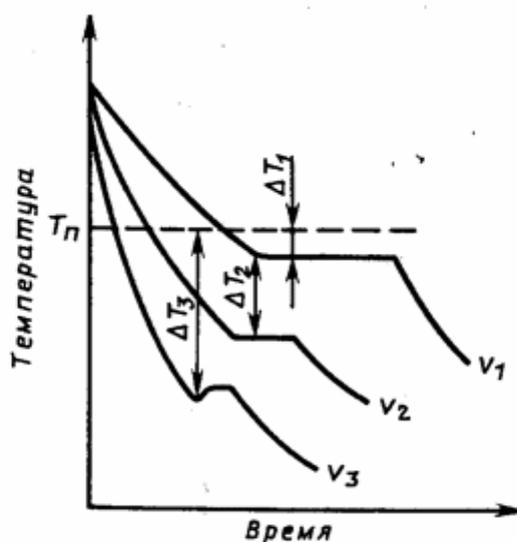


Рисунок 1 – Кривые охлаждения металла при кристаллизации

$$\Delta T = T_{\text{п}} - T_{\text{к}}$$

Термические кривые, характеризующие процесс кристаллизации чистых металлов при охлаждении с разной скоростью v , показаны на рисунке 1.

При очень медленном охлаждении степень переохлаждения невелика и процесс кристаллизации протекает при температуре близкой к равновесной $T_{\text{п}}$. На термической кривой при температуре кристаллизации отмечается горизонтальная площадка (остановка в падении температуры), образование которой объясняется выделением скрытой теплоты кристаллизации, несмотря на отвод теплоты при охлаждении.

С увеличением скорости охлаждения степень переохлаждения возрастает (кривые v_2 , v_3) и процесс кристаллизации протекает при температурах, лежащих значительно ниже равновесной температуры кристаллизации.

Чем больше скорость образования зародышей и меньше скорость роста их, тем меньше размер кристалла (зерна), выросшего из одного зародыша, и, следовательно, более мелкозернистой будет структура металла.

При небольшой скорости переохлаждения ΔT (малой скорости охлаждения) число зародышей мало. В этих условиях будет получено крупное зерно. С увеличением степени переохлаждения скорость образования зародышей возрастает, количество их увеличивается, и размер зерна в затвердевшем металле уменьшается.

Размер зерна металла сильно влияет на его механические свойства. Эти свойства, особенно вязкость и пластичность, выше, если металл имеет мелкое зерно.

Если зерно аустенита мелкое, то и продукты распада аустенита получаются мелкими, т.е. действительное зерно при последующем охлаждении не изменяется. Величина зерна практически не влияет на механические свойства, получаемые при испытании на статическое растяжение и на твердость. Рост зерна резко снижает ударную вязкость и повышает порог хладноломкости. Крупнозернистая сталь более склонна к закалочным трещинам, деформации и короблению. Разнозернистость стали снижает конструкционную прочность и вызывает охрупчивание.

2. Чем объясняется упрочнение металла при пластической деформации?

При пластическом деформировании одна часть кристалла перемещается по отношению к другой под действием касательных напряжений. При снятии нагрузок сдвиг остается, т.е. происходит пластическая деформация.

С увеличением степени деформации характеристики пластичности (относительное удлинение, относительное сужение) и вязкости (ударная вязкость) уменьшаются. А прочностные характеристики (предел упругости, предел текучести, предел прочности) и твердость увеличиваются. Также повышается электросопротивление, снижаются сопротивление коррозии, теплопроводность, магнитная проницаемость.

Совокупность явлений, связанных с изменением механических, физических и других свойств металлов в процессе пластической деформации называют деформационным упрочнением или наклепом.

Упрочнение металла в процессе пластической деформации (наклеп) объясняется увеличением числа дефектов кристаллического строения (дислокаций, вакансий, межузельных атомов). Повышение плотности дефектов кристаллического строения затрудняет движение отдельных новых дислокаций, а, следовательно, повышает сопротивление деформации и уменьшает пластичность. Наибольшее значение имеет увеличение плотности дислокаций, так как возникающее при этом между ними взаимодействие тормозит дальнейшее их перемещение.

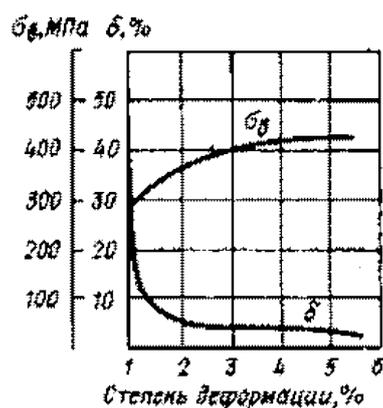


Рисунок 2 – Влияние холодной пластической деформации на механические свойства металла

При поверхностном наклепе изменяется остаточное напряженное состояние в материале и повышается его усталостная прочность. Наклеп возникает при обработке металлов давлением (прокатка, волочение, ковка, штамповка), резанием, при обкатке роликами, при специальной обработке дробью.

3. Вычертите диаграмму состояния железо-цементит; укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы; опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 0,01%С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?

Краткая характеристика структурных составляющих железоуглеродистых сплавов.

Однофазные составляющие:

Феррит — твердый раствор внедрения углерода в α -железе - $Fe_{\alpha}(C)$.

Максимальная растворимость углерода в феррите около 0,006% при 20°C и 0,02% при 727 °C. Кристаллическая решетка — объемноцентрированный куб. Феррит магнитен и весьма пластичен. Твердость феррита 80-100НВ.

Аустенит — твердый раствор внедрения углерода в γ -железе — $Fe_{\gamma}(C)$. Максимальная растворимость углерода в аустените при 1147°C равна 2,14%. Кристаллическая решетка — гранецентрированный куб. Аустенит немагнитен и обладает меньшим удельным объемом, чем феррит. Твердость аустенита около 200НВ;

Цементит — химическое соединение железа с углеродом — Fe_3C . Цементит имеет сложную (ромбическую) кристаллическую решетку, очень высокую твердость, весьма хрупок. В зависимости от условий образования различают: первичный цементит, образующийся в процессе первичной кристаллизации из жидкого раствора; вторичный цементит, образующийся при распаде аустенита по линии ES диаграммы состояния и третичный цементит, образующийся при охлаждении феррита вследствие уменьшения растворимости углерода по линии PQ диаграммы состояния.

Двухфазные составляющие:

Перлит (эвтектоид) представляет собой смесь феррита и цементита. Перлит образуется при медленном охлаждении из аустенита при температуре 727°C и содержит 0,8% углерода. Процесс превращения аустенита в перлит можно записать формулой: $A_{0,8} \rightarrow П(Ф_{0,02} + Ц_{6,67})$;

Ледебурит (эвтектика) — смесь аустенита и цементита. Ледебурит образуется при кристаллизации жидкого раствора постоянного состава (4,3%С) при температуре 1147 °C. Эвтектическое превращение с образованием ледебурита можно записать формулой: $ЖР_{4,3} \rightarrow Л(A_{2,14} + Ц_{6,67})$.

Ледебурит имеет очень высокую твердость (800НВ), очень хрупок, содержится только в белых чугунах.

Графит — фаза, состоящая только из углерода со слоистой гексагональной решёткой. Плотность графита (2,3 г/см³) много меньше плотности всех остальных фаз (около 7,5—7,8 г/см³) и это затрудняет и замедляет его образование, что и приводит к выделению цементита при более быстром охлаждении. Образование графита уменьшает усадку при кристаллизации, графит выступает в роли смазки при трении, уменьшая

износ, способствует рассеянию энергии вибраций. Графит электропроводен, имеет малую прочность ($\approx \sigma_B = 5-10$ МПа) и твердость (НВ 30).

При температурах выше 1539°C сплав находится в жидком состоянии и состоит из одной фазы – жидкого раствора Ж. На этом участке охлаждения в сплаве не происходит никаких фазовых превращений, наблюдается простое физическое охлаждение жидкого раствора. Система $C = K + 1 - \Phi = 2 + 1 - 1 = 2$, где $\Phi = \text{Ж}$

При достижении температуры 1539°C в сплаве начинается процесс первичной кристаллизации, который состоит в том, что из жидкого раствора будут выпадать первичные кристаллы феррита (Ж \rightarrow Ф). Этот процесс является моновариантным: $C = K + 1 - \Phi = 2 + 1 - 2 = 1$. На кривой охлаждения при температуре 1396°C будет наблюдаться перегиб. Выпадение кристаллов аустенита из жидкого раствора будет продолжаться до температуры 1399°C .

При температуре 1399° в сплаве будет протекать эвтектическое превращение: из жидкого раствора одновременно образуются кристаллы

Это превращение $C = 2 + 1 - 3 = 0$, где $\Phi = 3(\text{Ж}, \text{А}, \text{Ц})$, поэтому идёт при постоянной температуре. На кривой охлаждения температуре 1°C будет соответствовать горизонтальная площадка.

При охлаждении от 1°C до $^\circ\text{C}$ в сплаве не происходит никаких фазовых превращений, наблюдается простое физическое охлаждение аустенита и цементита. Превращение $C = 2 + 1 - 2 = 1$. К моменту достижения температуры сплав состоит только из кристаллов аустенита, цементита и ледебурита.

При температуре $^\circ\text{C}$ в сплаве будет протекать превращение: твёрдый раствор аустенита распадается в смесь кристаллов

превращение $C = 2 + 1 - 3 = 0$, где $\Phi = 3(\text{А}, \text{Ф}, \text{Ц})$, идёт при постоянной температуре $^\circ\text{C}$, поэтому на кривой охлаждения будет соответствовать горизонтальная площадка. В момент окончания превращения структура сплава будет состоять из вторичных кристаллов цементита, ледебурита и перлита.

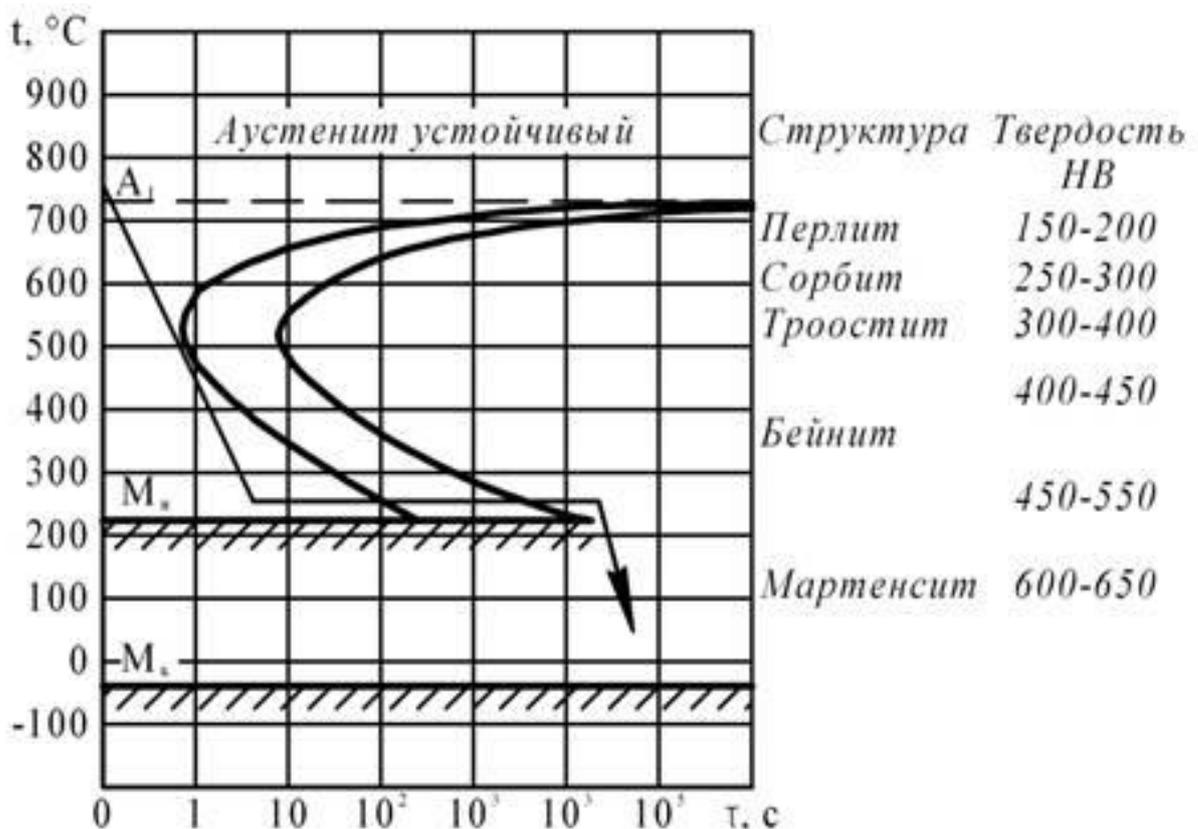
При охлаждении от $^\circ\text{C}$ до комнатной температуры в сплаве не происходит никаких фазовых превращений, наблюдается простое физическое охлаждение жидкого раствора. Превращение моновариантно: $C = 2 + 1 - 2 = 1$, где $\Phi = 2(\text{П}, \text{Ц})$. К моменту достижения комнатной температуры сплав состоит только из кристаллов перлита, цементита и ледебурита.

Сплав с содержанием $0,01\% \text{C}$ имеет структуру феррит + третичный цементит и называется техническим железом.

4. Вычертите диаграмму изотермического превращения аустенита для стали У8. Нанесите на неё кривую режима изотермической обработки, обеспечивающей получение твердости 55 HRC. Укажите, как этот режим называется, опишите сущность превращений и структуру, получаемую в этом случае.

Изотермической обработкой, необходимой для получения твердости 55 HRC, является изотермическая закалка. При изотермической закалке сталь У8 нагревают до температуры на 30-50°C выше точки A_{c1} ($A_{c1} = 730^\circ\text{C}$) и после выдержки охлаждают до температуры 250-350°C, что несколько превышает температуру начала мартенситного превращения. Выдержка деталей в закалочной среде должна быть достаточной для полного превращения аустенита в нижний бейнит, имеющий твердость 55HRC. Нижний бейнит представляет собой структуру, состоящая из α -твердого раствора, претерпевшего мартенситное превращение и несколько пересыщенного углеродом, и частиц карбидов.

В качестве охлаждающей среды при изотермической закалке применяют расплавленные соли или расплавленные щелочи.



5. Антифрикционные сплавы на основе цветных металлов (оловянные и свинцовые). Составы, строение, маркировка и области применения.

Антифрикционные сплавы предназначены для повышения долговечности трущихся поверхностей машин и механизмов. Трение происходит в подшипниках скольжения между валом и вкладышем подшипника. Поэтому для вкладыша подшипника подбирают такой материал, который предохраняет вал от износа, сам минимально изнашивается, создает условия для оптимальной смазки и уменьшает трение. Исходя из этих требований, антифрикционный материал представляет собой сочетание достаточно прочной и пластичной основы, в которой имеются опорные (твердые) включения. При трении пластичная основа частично изнашивается, а вал опирается на твердые включения. В этом случае трение происходит не по всей поверхности подшипника, а смазка удерживается в изнашивающихся местах пластичной основы.

В качестве антифрикционных материалов используют:

- оловянные бронзы, содержащие 8% олова, и свинцовые бронзы, содержащие до 30% свинца. Из них изготавливают вкладыши для подшипников трения скольжения, работающих в тяжелых условиях, при больших удельных давлениях и скоростях;

- серые и ковкие чугуны – применяются для менее ответственных вкладышей, работающих при больших давлениях и малых скоростях. В них имеющиеся графитовые включения в чугуне образуют каналы, удерживающие смазку и играющие роль смазки;

- оловянные и свинцовые баббиты - они состоят из мягких пластичных металлов (олово и свинец) с добавками меди, сурьмы и реже кадмия, никеля и других примесей. Они бывают:

- а) высокооловянный баббит марки Б83 (10...12% Sb, 5,5...6,5% Cu, Sn-остальное) применяют для подшипников особо нагруженных машин (паровые турбины, турбокомпрессоры, электромоторы мощностью более 750 кВт);

- б) свинцовый баббит марки БН (с добавкой до 0,7% Cd и 0,5 Ni) - используют для подшипников дизелей, компрессоров;

- в) свинцовый баббит марки БС6 (6% Sn, 6% Sb, Pb — остальное) - используют для подшипников тракторных и автомобильных двигателей, паровых турбин, редукторов.