**Контрольная работа №1**

**по металловедению**

**Тема: Металлы и их сплавы**

**Вариант№14**

**Вопросы**

1.Изложите сущность пластической деформации металлов и влияние на неё химического состава, структуры, температуры нагрева, скорости и степени деформации

2.Вычертите диаграмму состояния железо-карбид железа. Укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения в интервале температур от 1600 до 0 °С для сплава, содержащего 3,7 % С

3.Дайте определение легированным сталям. Опишите влияние легирующих элементов хрома, никеля, кремния, марганца, титана на свойства легированных сталей. Укажите, что называется нержавеющей сталью. Какой элемент и в каком количестве необходимо ввести в сталь, чтобы она стала корозионностойкой

4. Приведите описание литейных сплавов на основе алюминия: их маркировку, состав, литейные и физико-механические свойства, область применения. Рассмотрите особенности изготовления и термической обработки отливок из алюминиевых сплавов

5. Для изготовления деталей выбран сплав АМг3. Укажите состав сплава. Опишите каким способом производится упрочение этого сплава и объясните природу упрочения. Укажите характеристики механических свойств сплава

**1.Изложите сущность пластической деформации металлов и влияние на неё химического состава, структуры, температуры нагрева, скорости и степени деформации**

ДЕФОРМАЦИЯ (от лат . deformatio - искажение)- изменение взаимного расположения точек твердого тела, при котором меняется расстояние между ними, в результате внешних воздействий или различных физико-механических процессов, возникающих в самом теле (например, изменение объёма кристаллов при изменении температуры). Деформация называется упругой, если она исчезает после удаления воздействия, и пластической, если она полностью не исчезает. Наиболее простые виды деформации - растяжение, сжатие, изгиб, кручение.

С понятием деформации связаны два механических свойства металла :

* Прочность- сопротивление металла (сплава) деформации и разрушению.
* Пластичность- способность металла к остаточной деформации (остающейся после удаления деформирующих сил) без разрушения.

**При упругой деформации** происходит незначительное и полностью устранимое смещение атомов или поворот блоков кристалла. Происходит незначительное изменение межатомных расстояний в кристаллической решётке, что схематически изображено на рисунке 1.б. Если под действием внешних нагрузок нормальные напряжения σ превысят допустимые для данного материала значения, искажения решётки станут необратимыми и произойдёт хрупкое разрушение за счёт разрыва межатомных связей (рис1.в).

Возникающие при деформации напряжения σ зависят от приложенной силы **P** к некоторой площадке **F.**

σ = **P** / **F кгс/мм²**

Образование внутренних напряжений связано с неоднородным распределением деформации по объёму тела.

**Пластическими называют деформации**, при которых происходит необратимое смещение атомов в кристаллической решётке под действием предельных значений касательных напряжений **τ**. Необратимое смещение атомов в решётке происходит за счёт сдвига части атомов при их скольжении по плоскостям сдвига в направлениях наиболее плотной упаковки. Сдвигу атомов по плоскостям скольжения явно способствуют искажения решётки, вызванные дислокациями. Дислокации под действием касательных напряжений легко перемещаются в направлении действия сил, облегчая тем самым пластическое (остаточное) деформирование. При пластическом (остаточном) деформировании после снятия внешней нагрузки в деформируемом теле наблюдается остаточное изменение формы и размеров при сохранении сплошности тела. При дальнейшем развитии пластического деформирования может произойти пластичное (вязкое) разрушение путём сдвига. (рис2.б)

Как было сказано ранее, сдвиг в кристаллической решётке сопровождается скольжением одной части решётки относительно другой в направлении наиболее плотной упаковки атомов. Эти плоскости называются плоскостями скольжения или сдвига и зависят от типа кристаллической решётки. Чем больше элементов сдвига в решётке, тем выше пластичность металла. Заштрихованные плоскости на рис.3 являются плоскостями скольжения. По этим плоскостям смещаются атомы вещества при пластическом деформировании кристалла.

Реальные металлы состоят из большого числа кристаллов и имеют большое число дефектов, которые получаются при кристаллизации из расплава. К линейным дефектам относятся дислокации. Дефекты в металлах снижают его прочность, но например, бездефектное железо невозможно подвергнуть пластическому деформированию, а следовательно затруднена его обработка в холодном состоянии.

На рис.4 а) и б) изображены краевая и винтовая дислокации. В первом случае дислокация представляет собой границу неполной атомной плоскости, во втором дислокация- сдвиг одной части кристалла относительно другой. На рис.4 в) изображены двойники, которые относятся к поверхностным дефектам и представляют собой симметрично переориентированные области кристаллической решётки, которые находятся в зеркальном отражении друг к другу.

Итак: Пластическая деформация в кристаллах может осуществляться **скольжением и двойникованием.** Скольжение- это смещение частей кристалла друг относительно друга и зависит от вида кристаллической решётки. Чем больше направлений в кристалле вдоль которых происходит скольжение, тем пластичнее металл.

**Процесс скольжения не** нужно представлять, как одновременное передвижение одной части кристалла относительно другой. Скольжение осуществляется в результате перемещения в кристалле **дислокаций** т.е перемещение атомов. Дислокации могут двигаться по плоскости скольжения в кристаллической решетке при очень малых напряжениях сдвига. Подтверждением этого служат небольшие напряжения при которых происходит пластическая деформация у монокристаллов чистых металлов. При больших деформациях движение дислокаций вызывает появление или размножение большого количества новых дислокаций в процессе пластической деформации.

**Двойникование.** Пластическая деформация некоторых металлов, имеющих плотноупакованные решётки, помимо скольжения, может осуществляться двойникованием, которое сводится к переориентировке части кристалла в положение, симметричное по отношению к первой части относительно плоскости, называемой плоскостью двойникования. Двойникование подобно скольжению сопровождается прохождением дислокаций сквозь кристалл.

Пластичность металла очень важное свойство, кот учитывается и при проектировании деталей механизмов и в машине, что особенно важно при изготовлении этих деталей давлением, резанием и т.д. По показаниям пластичности можно дать частичную оценку свойств различных металлов, а также произвести контроль качества их изготовления.

Свойства металлов, влияющих на прочность металла, определяют с помощью испытаний. К статическим относятся испытания на растяжение, сжатие, кручение, изгиб. На рисунке 5 построены две характеристики прочности металлов, подвергнутых растяжению. Верхний график показывает, что хрупкие материалы разрушаются под воздействием силы Р при незначительном удлинении Δl. Тогда как пластичные материалы имеют короткий прямолинейный участок упругой деформации и далее способны растягиваться под действием силы. Разрушаются намного позже.

Для пластичных металлов предел прочности σв. характеризует сопротивление металла значительным пластическим деформациям.

На пластичность материала влияют различные факторы:

1)Чем больше в металле возможных плоскостей и направлений скольжения, тем выше его способность к пластической деформации. Металлы, имеющие кубическую кристаллическую решётку (например, алюминий, медь) обладают высокой пластичностью, так как скольжение в них происходит во многих направлениях. Металлы с гексагональной плотноупакованной структурой(цинк, магний) менее пластичны и поэтому труднее, чем металлы с кубической структурой, поддаются прокатке, штамповке и другим способам деформации.

2)С увеличением плотности дислокаций происходит взаимодействие между ними, что тормозит их перемещение и уменьшает пластичность. В металле, упрочённом деформацией, при нагреве обычно повышается пластичность (напр., у меди, никеля).

3)Перспективными являются волокнистые (композиционные материалы). Высокая прочность и пластичность в них достигается путём армирования мягкой металлической матрицы (медь, алюминий, серебро и т.д.) бездефектными нитевидными кристаллами или волокнами неметаллов (напр., углеродные волокна)

4)Деформация бывает горячая- при температуре выше температуры рекристаллизации. Её в зависимости от состава сплава обычно проводят при Т=0,7-0,75 Т пл. При такой темп снижается сопротивление металла пластической деформации и повышается пластичность.

5)Снижение температуры повышает сопротивление пластической деформации уменьшается пластичность. Поэтому металлы, вязкие при сравнительно высоких температурах, могут при низких температурах разрушаться хрупко.

6)На пластичность влияют различные соединения и примеси. В стали, например, количество цементита прямо пропорционально содержанию углерода и чем его больше, тем больше сопротивление деформации и уменьшение пластичности. Марганец повышает прочность и практически не влияет на пластичность. Сера снижает пластичность( особенно в поперечном направлении вытяжки при прокате и ковке) Фосфор сильно уменьшает пластичность. 7) Скорость и степень деформации зависят от приложенной силы. σ = **P** / **F кгс/мм²**

**2.Вычертите диаграмму состояния железо-карбид железа. Укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения в интервале температур от 1600 до 0** °С **для сплава, содержащего 3,7 % С**

Диаграмма состояния сплава представляет собой графическое изображение состояния сплава при изменении его состава, температуры, давления, концентрации элементов. Она показывает устойчивые состояния сплава, при которых компоненты и фазы обладают минимумом свободной энергии. Эти фазы называются равновесными фазами, вследствие чего и диаграммы называют диаграммами равновесия, то есть равновесные состояния- это устойчивые состояния вещества, обладающие минимумом свободной энергии.

Обычно для построения диаграммы состояния пользуются результатами термического анализа, те строят кривые охлаждения сплава.

Сплав нагревают выше температуры плавления и выше, затем охлаждают до 0. В процессе охлаждения с определёнными промежутками времени фиксируется температура сплава , изменяющаяся вместе с агрегатным состоянием. По полученным данным строим кривую охлаждения в координатах время-температура**.** Если взять сплавы с различным %-ым содержанием, то диаграмма состояния может быть построена в осях концентрация(х), температура(у)

**Диаграмма состояния сплава при его кристаллизации показ изменение его состояния в зависимости от температуры и концентрации при постоянном давлении внешней среды.**

Ликвидус (по латыни ликва-жидкий)- линия на графике, кот показывает температуру начала кристаллизации сплава.

Солидус ( солид-твёрдый)—точки графика, определяющие температуру конца кристаллизации.

Рассматривая охлаждение металла, отметим, что железо известно в таких модификациях, отличающихся видом кристаллической решётки:

1539°С- температура плавления чистого железа.

* При температуре ниже 1539 до 1392°С-α-железо, которое часто обозначают как δ-железо

1392°С-критическая точка превращения δ ↔ γ -железо (γ -железо-решётка гранецентрированный кубическая ГЦК)

* Ниже 1392 до 910°С устойчивым является γ -железо

910°С-критическая точка превращения γ ↔ α -железо

* При температуре ниже 910°С-α-железо

Эти данные для удобства запишем в таблицу №1

Таблица1.

|  |  |
| --- | --- |
| 1539°С | Температура плавления железа |
| 1539-1392°С | α-железо, часто обозначают как δ-железо |
| 1392°С | критическая точка превращения δ ↔ γ-железо |
| 1392-910°С | устойчивым является γ -железо |
| 910°С | критическая точка превращения γ ↔ α -железо |
| ниже 910°С | α-железо |

В системе Fe-C в процессе охлаждения и кристаллизации различают следующие фазы:

* Жидкая фаза- однородный жидкий расплав
* Твёрдые фазы:

А)феррит- твёрдый раствор углерода и других примесей в α-железе. ( α-железо - до 910°С и выше 1392 (δ) ) Низкотемпературный α-феррит имеет растворимость углерода до 0,02% (предельная растворимость 0,02% при температуре727°С) и высокотемпературный δ-феррит с предельной растворимостью углерода 0,1% при 1499°С

Б) аустенит- твёрдый раствор углерода и других примесей в γ -железе (γ -железо от 910 до 1392 °С) При 1147°С аустенит содержит 2,14% С, при 727°С- около 0,8%

В) Цементит- химическое соединение железа с углеродом- карбид железа Fe3C. В цементите содержится 6,67% углерода по его массе. Температура плавления цементита около 1550°С≈1600°С.Цементит первичный Ц1 выделяется из жидкого металлического расплава, цементит вторичный Ц2- из аустенита, цементит третичный Ц3- из феррита.

Б)+В)=Ледебурит-механическая смесь(эвтектика)- аустенита и Ц1

Формируется при температуре 1147°С из жидкого металлического расплава, содержащего более 2,14%С .

При понижении температуры до 727°С формируется окончательная структура ледебурита, состоящая из механической смеси (Ф+Ц2)+Ц1. Перлит- механическая смесь Ф+Ц2 .

1.Для построения диаграммы состояния Fe-Fe3C используем координатную плоскость и оси:

* ось Х, вдоль которой будем откладывать одновременно 2 параметра: состав сплава по содержанию углерода в % и по содержанию цементита в %
* ось Y, вдоль которой будем откладывать температуру охлаждения сплава от 1600 до 600 °С

Наносим метки:

-по верхней оси Х- равномерно с шагом1 от 0% до 7%- процентное содержание углерода.

 -по оси Y- равномерно с шагом 100от 600 от 600°С до 1600°С

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| X | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,1 | 0,16 | 0,51 | 0,8 | 2,14 | 4,3 | 6,67 |
| Y | 1539 | 1392 | 911 | 727 | 1499 | 1499 | 1499 | 727 | 1147 | 1147 | 1600 |
|
| точка | А | N | G | Р | Н | J | В | S | Е | С | D |
|

3. Строим диаграмму состояния.

4.Рассмотрим основные точки диаграммы состояния, для которых характерны строго определённые температуры превращений и концентраций углерода в сплавах. Результаты занесём в таблицу2.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Х(%) | Y(°С) | Точка | Превращения |
| 1 | 6,67 | 1600 | D | ТочкаD- температура плавления цементита. |
| 2 | 0 | 1539 | А | 1539°С - температура плавления железа. Углерода нет. Точка А-предельная концентрация углерода в высокотемпературном феррите. |
| 3 | 0,1 | 1499 | Н | ТочкаН- 0,1%-предельное содержание(растворимость) С в δ-феррите при 1499°С. |
| 4 | 0,16 | 1499 | J | Точка J- концентрация 0,16% углерода в аустените при перитектической температуре 1499°С. |
| 5 | 0,51 | 1499 | В | ТочкаВ- 0,51%-концентрация углерода в жидкой фазе, находящейся в равновесии с δ-ферритом и аустенитом при перитектической температуре1499°С . |
| 6 | 0 | 1392 | N | Углерода нет. ТочкаN- превращение высокотемпературного δ-железа в φ-железо.(Ниже 1392 до 910°С устойчивым является φ-железо. |
| 7 | 2,14 | 1147 | Е | Точка Е- 2,14%-предельная концентрация углерода в аустените при эвтеклической температуре 1147°С. |
| 8 | 4,3 | 1147 | С | ТочкаС-концентрация углерода в ледебурите,состоящем изА+Ц1 |
| 9 | 0 | 911 | G | Углерода нет. ТочкаG- превращение φ-железа в низкотемпературное α-железо. Т.е при температуре ниже 910 устойчиво α-железо  |
| 10. | 0,8 | 727 | S | ТочкаS- концентрация углерода в перлите, состоящем изФ+Ц2 при эвтекоидной температуре 727°С |
| 11 | 0,02 | 727 | Р | Предельная концентрация углерода в низкотемпературном α-железе. Т.е мах растворимость углерода - 0,02% при 727°С  |

Сплавы железа с углеродом при содержании в них 2,14-6,67 % С называют белыми чугунами. 3,7%С находится в интервале 2,14-4,3%.

В интервале точек 1,2 из жидкого расплава выделяются кристаллы аустенита, в инт точек 2-3 при частичном распаде аустенита избыточный углерод образует сетку цементита вторичного; оставшийся аустенит с частью кристаллов Ц2 образует механическую смесь- ледебурит; ниже точки 3 углерод, выделившийся из остатков аустенита образует дополнительное количество цементита, который соединяясь с кристаллами перлита, образует окончательную структуру ледебурита при сохранении в составе чугунов эвтектоида-перлита и сетки цементита вторичного.

**3.Дайте определение легированным сталям. Опишите влияние легирующих элементов хрома, никеля, кремния, марганца, титана на свойства легированных сталей. Укажите, что называется нержавеющей сталью. Какой элемент и в каком количестве необходимо ввести в сталь, чтобы она стала корозионностойкой**

СТАЛЬ - сплав железа(Fe) (основа) с углеродом(С) и содержащий ряд постоянных или неизбежных примесей которые оказывают влияние на её свойства. По химическому составу различают стали углеродистые и легированные, по назначению - конструкционные, инструментальные, стали с особыми физическими и химическими свойствами (нержавеющая, жаропрочная, электротехническая и др.).

Легирование- (нем . legieren - сплавлять, от лат. ligo - связываю, соединяю), введение в состав металлических сплавов т. н. легирующих элементов (напр., в сталь - Cr, Ni, Mo, W, V, Nb(ниобий), Ti и др.) для придания сплавам определенных физических, химических или механических свойств.

ЛЕГИРОВАННАЯ СТАЛЬ помимо обычных примесей содержит легирующие элементы. Различают низколегированную (суммарное содержание легирующих элементов до 2,5%), среднелегированную (2,5-10%) и высоколегированную (св. 10%) сталь.

Все элементы, вводимые в стали специально или сохранившиеся при её выплавке, можно разбить на 4 группы, что запишем в таблице3.

Таблица3.Примеси в сталях.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Примеси | Химические элементы |
| 1 | постоянные или обыкновенные примеси: | марганец (Mn), кремний (Si), алюминий (Al), сера(S), фосфора(P). |
| 2 | Скрытые примеси: |  кислород(О2), азот(N2), водород(Н2). |
| 3 | Случайные примеси: | медь(Cu),ртуть(Hg) олово(Sn)и др. |
| 4 | Легирующие элементы (от греческого слова сложные) | К ним относятся: хром (Cr), никель (Ni), молибден(Mo), вольфрам(W), V, Nb, Ti и др. Если количество Si и Mn в стали более 0,7-1% их тоже называют легирующими элементами.  |

В зависимости от того, какими элементами насыщена сталь, её называют, например, хромистая, хромомарганцовистая и т.д.

**Хром(Cr)**- Хорошо растворяется в феррите, упрочняя его, является активным карбидообразователем, что повышает твёрдость и износостойкость сталей; увеличивает их прокаливаемость ( способность воспринимать закалку на большую глубину). Содержание в стали более 12% хрома приводит к увелич. Её коррозионной стойкости и уменьшает окислительные процессы в агрессивных средах. В хромистых сталях образуются специальные хромистые карбиды, состав и структура которых зависит от содержания C и Cr. При низком содержании С и высоком содержании Cr образуются ферритные стали не претерпевающие полиморфного превращения. Оказывает влияние на структурные превращения в сталях при их термической обработке. Хром (а также Mo,W) наиболее значительно повышает устойчивость аустенита при температурах 450-550, тогда как у углеродистых сталей она при этих температурах наименьшая. Способность легирующих элементов замедлять скорость распада аустенита в районе перлитных превращений и тем самым повышать его устойчивость приводит к понижению критической скорости закалки и увеличению прокаливаемости стали.

**Никель(Ni)-** активно расширяет гамма- область на диаграмме «железо-легирующие элементы»; хорошо растворяется в феррите, упрочняя его и увеличивая ударную вязкость стали при нормальной и пониженной температуре; увеличивает прокаливаемость стали.Стали с содержанием 7-9% никеля, например 09Х15Н8Ю, 09Х17Н8Ю отличаются повышенной прочностью после закалки и последующего старения при Т=500-750град или обработки холодом при т=-70град. Стали с содержанием 9-15% и 17-18% никеля хорошо обрабатываются давлением и сваркой, обладают высокой прочностью, вязкоупругостью, коррозионной устойчивостью. Содержание 24-26% Ni приводит к потере сталями магнитных свойств; дальнейшее повышение Ni возвращает сталям магнитные свойства.

Совместное использование Cr и Ni даёт возможность получать стали, обладающие повышенной вязкоупругостью, твёрдостью, прокаливаемостью, жаропрочностью, коррозионной стойкостью.

**Кремний(Si**)-активный раскислитель, при содержании более 0,7%- легирующий элемент. Хорошо растворяется в феррите, упрочняя его; при содержании более 1,5% охрупчает сталь и снижает её вязкоупругие свойства; изменяет электромагнитные характеристики, увеличивает электросопротивление сталей. Кремний, как и хром вводят для улучшения способности стали устойчиво сохранять твёрдость при высоких температурах(красностойкость)Введение кремния в небольших количествах(0,8-1,2%) повышает вязкоупругость и пластичность.

**Марганец (Mn)-**являясь раскислителем, устраняет вредное влияние серы, а при содержании в стали более 1% ведёт себя как легирующий элемент; хороший заменитель дорогостоящего Ni; увеличивает устойчивость аустенита и прокаливаемость ; хорошо растворяется в феррите, но при содержании более 1,5% охрупчивает его.

**Титан(Ti**)-титан, как и ниобий(Nb) добавляются в небольших количествах, являются активными карбидообразователями. Чаще всего исп. Для связывания углерода в хромоникелевых нержавеющих сталях в целях устранения межкристаллитной коррозии и измельчения структуры стальных отливок. Оказывает влияние на структурные превращения в сталях при их термической обработке. Титан (и ванадий) образуют устойчивые карбиды, препятствуют росту зерна аустенита при нагреве стали до 1000-1100, поэтому такие стали имеют мелкое природное зерно и не боятся перегрева при термической обработке.

НЕРЖАВЕЮЩАЯ СТАЛЬ , легированная сталь, устойчивая к коррозии на воздухе, в воде, а также в некоторых агрессивных средах. Наиболее распространены хромоникелевая и хромистая нержавеющая сталь, часто с добавкой Mn, Ti и других элементов. Нержавеющая сталь устойчива против электрохимической коррозии, т.е коррозии, вызванной действием электролитов: кислот, щелочей, солей.

КОРРОЗИОННАЯ СТОЙКОСТЬ , способность материалов сопротивляться коррозии. У металлов и сплавов определяется скоростью коррозии, т. е. массой материала, превращенной в продукты коррозии, с единицы поверхности в единицу времени, либо толщиной разрушенного слоя в мм в год. Повышение коррозионной стойкости достигается легированием, нанесением защитных покрытий, созданием шлифованной и полированной поверхности и т. д. При легировании в сталь вводятся элементы, образующие на поверхности защитные плёнки, прочно связанные с основным металлом и предупреждающие контакт между сталью и наружной агрессивной средой, а также повышающие электрохимический потенциал стали в разных агрессивных средах. КОРРОЗИОННОСТОЙКИЕ МАТЕРИАЛЫ не разрушаются под действием агрессивных сред ( кислот, щелочей, солей, кислорода, влаги) и стойки при одновременном действии коррозионной среды и напряжений растяжения. К коррозионностойким материалам относятся нержавеющие стали, которые применяются в производстве химической аппаратуры, трубопроводов, резервуаров, в судостроении, и мн. др.

Чтобы сталь стала короззионностойкой необходимо оценить среду, для которой она предназначена. Эти стали можно разделить на 2 основных класса: хромистые, имеющие после охлаждения на воздухе ферритную или мартенситную структуру, и хромоникелевые, имеющие аустеническую структуру.

При введении в сталь 12-14% хрома её электрохимический потенциал становится положительным и она приобретает устойчивость против коррозии в атмосфере, морской(пресной) воде, ряде кислот, солей, щелочей.(например стали 12Х13, 30Х13, 12Х17,15Х28 и т.д)

Аустенические нержавеющие стали, обычно легированные хромом и никелем ( или марганцем), после охлаждения до комнатной температуры имеют аустеническую структуру, низкий предел текучести, умеренную прочность, высокую пластичность и хорошую коррозионную стойкость в окислитедьных средах. (например стали 12Х18Н9, 17Х18Н9 содержат 17-18% хрома,8-10% никеля). Хромоникелевые нержавеющие стали дороги. Применяют более дешёвые хромомарганцевоникелевые, в которых часть никеля заменена марганцем(10Х14Г14Н3Т) или азотом в количестве 0,15-0,4% (15Х17АГ14).

Молибден повышает устойчивость против коррозии в органических кислотах, серной кислоте и морской воде(10Х17Н13М2Т).

Низкоуглеродистая высоколегированная аустеническая сталь 06Х23Н28М3Д3Т применяется для сварных конструкций и узлов, стойких против действия горячей( до 80град) серной кислоты содержит до 0,006% с, 22-25%сr,26-29%Ni,0,5-0,9% Ti,2,5-3%Мо,2,5-3,5% Сu. Устойчивость к серной кислоте обеспечивает никель, молибден и медь. Титан уменьшает склонность к интеркристаллитной коррозии.

**4. Приведите описание литейных сплавов на основе алюминия: их маркировку, состав, литейные и физико-механические свойства, область применения. Рассмотрите особенности изготовления и термической обработки отливок из алюминиевых сплавов**

Все сплавы алюминия можно разделить на 3 группы:

1.деформируемые для прокатки, прессовки, ковки, штамповки и т.д.

2.литейные, предназначенные для фасонного литья

3. сплавы, получаемые методом порошковой металлургии.

Сплавы для фасонного литья должны обладать высокой жидкотекучестью, сравнительно небольшой усадкой, малой склонностью к образованию горячих трещин и пористости в сочетании с хорошими механическими свойствами, сопротивлением коррозии и др.

В сплавы вводят дегирующие элементы. Содержание легирующих элементов в литейных сплавах выше, чем в деформируемых. Чаще применяются сплавы Аl-Si, Al-Cu, Al-Mg. В сплавы дополнительно включают небольшие количества кремния, марганца, никеля, хрома. Для измельчения зерна и улучшения механических свойств в сплавы вводят модифицирующие добавки Ti,Ni, В,Cl,Cr,Fe,Vи др.

В таблице 5 приведены основные марки литейных алюминиевых сплавов.

**СПЛАВЫ Al-Si.** Наиболее распространёнными литейными сплавами являются сплавы алюминия с кремнием, называемые силуминами. По составу силумины бывают доэвтектическими (4-5% кремния) и эвтектическими (10-13%Si)/

Маркируются силумины буквами АЛ , за которыми следуют цифры, характеризующие условный номер сплава.

Широкое применение получил силумин марки АЛ2, содержащий 10-13% кремния, имеющий малую усадку и высокую жидкотекучесть. Структура сплава состоит из кристаллов кремния и эвтектики(α+Si) грубого строения, в которой кремний находится в виде крупных игл, играющих роль крупных надрезов в пластичном алюминии. Силумин с такой структурой обладает низкими механическими свойствами. Для измельчения структуры и устранения избыточных кристаллов кремния силумины модифицируют натрием( 0,05-0,08% Na) путём присадки к расплаву смеси солей 67% NaF и 33% NaCl. В процессе затвердевания кристаллы кремния обволакиваются плёнкой силицида натрия (Na2Si), кот затрудняет их рост. В структуре происходят изменения, улучшающие механические свойства. Увеличивается пластичность и прочность. Сплав Ал2 применяется для изготовления отливок сложной формы, таких как детали масляных насосовкартеры и блоки двигателей внутреннего сгорания и т.д.

Силумина Ал3,АЛ4 с добавками меди, марганца и магния после их термической обработки становятся более прочными и твёрдыми.

Средненагруженные детали из сплава АЛ4 подвергаются только искусственному старению, а крупные нагруженные детали( корпуса компрессоров, картеры и блоки цилиндров двигателей и т.д.)- закалке и искусственному старению.

Сплав Ал8, так называемый магналий, обладает высокой коррозионной стойкостью, прочностью и небольшой плотностьюИз него изготовляют судовую арматуру, корпуса различных насосов, работающие в условиях высокой влажности.

Повышенной теплостойкостью и жаропрочностью обладают сплавы АЛ1 и АЛ20.Они применяются для изготовления поршней, головок цилиндров и других деталей, работающих при т300-350град.Структура литого сплава ал1 состоит из α-твёрдого раствора, содержащего Cu,Mg иNi и избыточных фаз Al2CuMg и Al6Cu3Ni. Сплав ал20 по сравн с ал1 облад лучш литейными св-вами, что объясняется присутствием в нём кремния.Для увеличения жаропрочности и измельчения структуры сплав легируют Ti,Cr иMn.Структура сплава: α-твёрдый раствор, избыточные фазы CuAl2,Al5SiFe,Al3Ti, а также фазы , содержащие марганец и хром.

**СПЛАВЫ Al-Cu.** Эти сплавы (Ал7, Ал19) после термической обработки имеют высокие механические свойства при комнатной и повыш темп и хорошо обрабатываются резанием. Литейные свойства сплавов низкие (большая усадка, склонность к образованию горячих трещин и т.д.Ъ Сплав Ал7 используют для отливки небольших деталей простой формы( арматура, кронштейны и т.д.)Сплав склонен к хрупкому разрушению вследствие выделения по границам зёрен грубых частиц CuAl2 и AL7Сu2Fе.Поэтому его применяют в закалённом состоянии, когда эти соединения переведены в твёрдый раствор. Если требуется повышенная прочность, то отливки после закалки подвергают старению при т150град,2-4ч. В сплаве Ал19, кроме СuAl2, образуются фазы Al12Mn2Cu и Al3Ti, располагающиеся в объёме зёрен твёрдого раствора. Присутствие в твёрдом растворе марганца и образование в объёме зерна интерметаллидных фаз повышает жаропрочность сплава.Титан измельчает зерно.

Для крупногабаритных деталей, для работы при 300-350 применяют сплав АЛ-21.Отливки сложной формы из сплава подвергают отжигу при 300 град. Для получения более высоких механ св-в отливки закаливают с 525град в горячей воде и подвергают стабилизирующему отпуску при 300град.

**СПЛАВЫ Al-Mg.** Сплавы алюминия с магнием имеют низкие литейные свойства, так как не содержат эвтектики. Их характерная особенность-хорошая коррозионная стойкость, повышенные механические свойства и обрабатываемость резанием. Добавление к сплаву 9,5-11,5%Mg модифицирующих присадок (Ti,Zr) улучшает механич свойства, а бериллий уменьшает окисляемость расплава, что позволяет вести плавку без защитных флюсов.

Сплавы Ал8 и Ал27 предназначены для отливок, работающих во влажной атмосфере, например, в судостроении и авиации. Структура сплавов состоит из α-твёрдого раствора и грубых включений частиц Al3Mg2, располагающихся по границам зёрен, охрупчивая сплав. Поэтому сплавы ал8 и ал27 применяют после закалки при т430град с охлаждением в масле (40-50град) и выдерживают при темп закалки в теч 12-20ч, что обеспечивает растворение частиц Al3Mg2 в α-твёрдом растворе и получение после закалки однородного твёрдого раствора.

Добавление к сплавамAl-Mg до 1,5%Si( сплавыал13 и ал22) улучшает литейные св-ва в рез образования тройной эвтектики. Прим в судостроении и авиации.

**5. Для изготовления деталей выбран сплав АМг3. Укажите состав сплава. Опишите каким способом производится упрочение этого сплава и объясните природу упрочения. Укажите характеристики механических свойств сплава**

Состав сплава: Это сплав алюминия и магния. Концентрация магния 3,2-3,8%.Магний повышает прочность. С увеличением концентрации магния уменьшается пластичность.

Упрочение: Добавочно легирован марганцем (0,3-0,6%).При этом образуются дисперсные частицы Al6Mn, кот. упрочает сплав и способствует измельчению зерна. Упрочение сплавов достигается в рез образования твёрдого раствора и в меньшей степени избыточными фазами.

Сплавы типа АМг в равновесном состоянии после охлаждения двухфазные (α+β). Однако вследствие высокой устойчивости твёрдого раствора и малой скорости диффузии магния в алюминии, даже после медленного охлаждения они не содержат избыточных фаз и состоят только из α-твёрдого раствора.Эффект от закалки и старения невелик, и их применяют в отожжённом состоянии и после наклёпа. Отжиг сплавов производится при темп270-280 град, охлаждение на воздухе.

Характеристики мех св-в:

Напряжение, отвечающее наибольшей нагрузке, предшествующей разрушению образца, называют пределом прочности σв=22кгс/мм2.

Напряжение, вызывающее остаточную деформацию, равную 0,2% называют условным пределом текучести σ0,2=11кгс/мм2

Пластичность характеризует величина δ=20%

Прим для сварных клёпаных элементов конструкций, испытывающих небольшие нагрузки и высоко сопротивляющиеся коррозии, например, ёмкости для жидкостей, трубопроводов, палубных надстроек.