

Учебник можно найти в интернете

[Материаловедение | а. м. адаскин, в. м. зув](#)

academia-moscow.ru>ftp_share...fragments/fragment...

Адашкин А. М. *Материаловедение* (металлообработка) : учеб. пособие для. ... © Адашкин А. М., Зуев В. М., 2008 © Образовательно-издательский центр «Академия», 2012 ISBN 978-5-4468-0032-2 ©

1. Сделайте конспект
2. Готовые задания присылайте на электронную почту

Убедительная просьба свои работы подписывать своей фамилией, ставить дату занятия, тему занятия

Цветные металлы и сплавы. Медь, алюминий и сплавы на их основе. Магний, титан, олово, свинец, цинк и сплавы на их основе.

Медные сплавы.

Чистая медь.

Медь. Медь является одним из самых распространенных материалов высокой проводимости. Она обладает следующими свойствами:

- Малым удельным электрическим сопротивлением;
- высокой механической прочностью;
- удовлетворительной коррозионной стойкостью;
- хорошей паяемостью и свариваемостью;
- хорошей обрабатываемостью (медь прокатывается в листы и ленты и протягивается в проволоку).

Латуни. Латуни представляют собой медные сплавы, в которых основным легирующим элементом является цинк (до 43%).

Бронзы. Сплавы меди с примесями олова, алюминия, кремния, бериллия и других элементов, среди которых цинк не является основным легирующим элементом, называют *бронзами*.

Маркировка сплавов.

Легирующие элементы латуней и бронз обозначаются первыми буквами из названий: А – алюминий, Б – бериллий, Ж – железо, К – кремний, Мц – марганец, Мг – магний, Н – никель, О – олово, С – свинец, Т – титан, Ф – фосфор, Х – хром, Ц – цинк. Содержание этих элементов указывается в целых процентах.

По технологическому принципу эти сплавы делятся на:

- деформируемые (*маркировка: сначала пишутся все буквы, показывающие наличие легирующих элементов, а затем цифры, показывающие их содержание в том же порядке.*),
- литейные (*маркировка: цифры пишутся непосредственно после буквы, обозначающей наличие компонента, аналогично тому, как это принято у сталей*).

Латуни обозначаются буквой Л.

Маркировка деформируемых латуней: содержание цинка не указывается, оно дополняет состав до 100 % (Например: Л96 – 96 % Си и не указанное содержание Zn – 4 %)

Маркировка литейных латуней: не указывается содержание меди (Например: ЛЦ30А3 – 30 % Zn, 3 % Al, ост. 67% Cu)

Например: ЛС59-1 (59% меди Cu, 1 % свинца РЬ, остальное цинк Zn).

ЛО70-1 – олово для повышения сопротивления коррозии в морской воде; ЛАЖ60-1-1 – алюминий, никель и др. для повышения механических свойств.

Латуни прочнее, пластичнее меди, обладают достаточно высоким относительным удлинением при повышенном пределе прочности на растяжение по сравнению с чистой медью, они имеют пониженную стоимость, так как входящий в них цинк значительно дешевле меди. Иногда для повышения коррозионной стойкости в состав сплава в небольшом количестве вводят алюминий, никель, марганец.

Латуни хорошо штампуются и легко подвергаются глубокой вытяжке (контакты термобиметаллического реле, экраны контуров, пластины воздушных конденсаторов переменной емкости, колпачки радиотехнических ламп).

Виды латуней в зависимости от содержания цинка:

- однофазные α – латуни, до 39% цинка.
- двухфазные ($\alpha+\beta$)- латуни, больше 39% цинка.

Свойства однофазных α – латуней:

- большая пластичность, но меньшая прочность,
- хорошо обрабатываются давлением в холодном состоянии,
- с повышением температуры 300 -700 °С их пластичность уменьшается,
- упрочнение возможно только в результате наклепа, при этом прочность и твердость повышаются, пластичность уменьшается.

Свойства однофазных ($\alpha+\beta$) – латуней:

- хорошо деформируются при температурах выше 500 °С, т.е. при горячей обработке.

Простые латуни (содержащие только медь и цинк) при содержании до 10 % цинка называются **томпаками**, до 20 % цинка – **полутомпаками**. (Они похожи на золото и применяются для изготовления декоративных изделий).

Сложные (специальные) латуни в состав которых вводят наряду с цинком и другие легирующие элементы.

Бронзы. В промышленности нашли применение оловянные, алюминиевые, бериллиевые бронзы.

Бронзы обозначаются буквами Бр, в марках не указывается содержание меди.

Например: БрОЦС6 – 6 - 3 - деформированная бронза состава, %: Sn - 6, Zn - 6, Pb - 3, Си -85; БрО8Ц4 – литейная бронза, содержащая, %: Sn - 8, Zn - 4, ост. Си

Например: фосфористая бронза БрОФ 6,5-0,15 (6,5% олова Sn, 0,15 фосфора P, остальное медь Си).

Оловянные бронзы (олово 20%)обладают хорошими литейными и антифрикционными свойствами, высокой химической стойкостью. В практике применяют бронзы с 10 -12 % олова. При большем его содержании бронзы становятся хрупкими. Бронзы с 4 – 5 % олова хорошо деформируются в холодном состоянии. Для снятия наклепа проводят рекристаллизационный отжиг при 600 - 650 °С. Бронзы с 5 % олова обладают высокими антифрикционными свойствами.

В оловянные бронзы вводят свинец (БрОЦС4 – 4 – 2,5) для улучшения обрабатываемости резанием. Фосфор (БрОФ6 – 0,15) улучшает литейные, механические и антифрикционные свойства.

Применяют для художественного литья.

Цинк (БрОЦС4 – 4 – 2,5) для удешевления бронз.

Алюминиевые бронзы содержат 5 -10 % алюминия. Бронзы с 6 -8 % алюминия пластичны, они обрабатываются давлением и в холодном, и в горячем состояниях, а с 8 -10 % алюминия – обрабатываются только при высоких температурах. Алюминиевые бронзы обладают высокой коррозионной стойкостью. Легированные никелем и железом (БрАЖ9 -4) повышают их механические свойства.

Бериллиевые бронзы содержат 2 – 2,5 % бериллия. Их можно упрочнить за счет дисперсионного твердения. Высокие пределы прочности и текучести определили применение бериллиевых бронз для изготовления пружин, мембран и др.

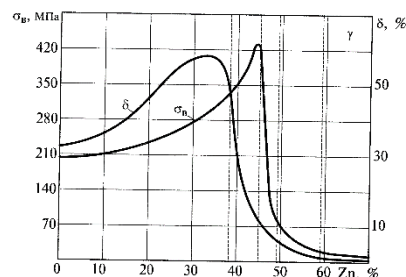


Рис. 10.1. Влияние цинка на предел прочности σ_B и пластичность δ латуней

При ударе бериллиевой бронзы о другой металл не возникает искры, поэтому из нее делают инструмент для работы во взрывоопасных условиях.

Бронзы обладают хорошими технологическими свойствами: свариваемостью, обрабатываемостью резанием.

Алюминиевые сплавы.

Алюминий. Алюминий относится к так называемым *легким* металлам (плотность литого алюминия около 2600, прокатанного - 2700 кг/м³).

Алюминий обладает следующими особенностями:

- удельное электрическое сопротивление ρ алюминия (при содержании примесей не более 0,05%) в 1,63 раза больше, чем у меди, поэтому замена меди алюминием не всегда возможна, особенно в радиоэлектронике;
- алюминий приблизительно в 3,5 раза легче меди;
- из-за высоких значений удельной теплоемкости и теплоты плавления алюминия нагревание алюминиевого провода до расплавления требует больших затрат энергии, чем нагревание и расплавление такого же количества меди;
- даже при одинаковой стоимости алюминия и меди в слитках стоимость алюминиевой проволоки почти вдвое ниже, однако использование алюминия для изолированных проводов в большинстве случаев менее выгодно из-за затрат на изоляцию;
- алюминий на воздухе активно окисляется и покрывается тонкой оксидной пленкой с большим электрическим сопротивлением, которая предохраняет алюминий от дальнейшей коррозии, но создает большое переходное сопротивление в местах контакта алюминиевых проводов;
- алюминий менее дефицитен, чем медь;
- существенным недостатком алюминия как проводникового материала является низкая механическая прочность, для ее повышения алюминий подвергается механической обработке;
- прокатка, протяжка и отжиг алюминия аналогичны соответствующим операциям для меди;
- примеси значительно снижают проводимость алюминия.

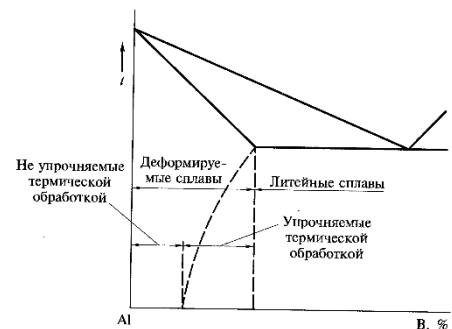


Рис. 10.2. Диаграмма состояния системы алюминий — легирующий элемент

По технологическому принципу алюминиевые сплавы разделяются:

- на деформированные (делятся на упрочняемые и не упрочняемые термической обработкой),
- на литейные (могут упрочняться в результате термической обработки, но степень упрочнения мала и тем меньше, чем больше в структуре эвтектики).

Деформируемые сплавы. Не упрочняемые термической обработкой являются *однофазными*. К ним относятся сплавы системы алюминий – марганец (АМц) и алюминий – магний (АМг).

Эти сплавы характеризуются: высокой пластичностью, коррозионной стойкостью, но их прочность не высока.

Сплавы применяют: для изготовления малонагруженных деталей, в том числе работающих в агрессивной среде.

Детали можно изготавливать холодной штамповкой, сваркой.

Деформируемые сплавы упрочняемые термической обработкой являются *двухфазными*.

К ним относятся сплавы, легированные медью, магнием, марганцем, - **дюралюмины**.

Маркировка дюралюмины: буквой Д, за которой следуют цифры, указывающие условный номер сплава.

Деформируемые сплавы деформируются в горячем и холодном состояниях. Упрочнение происходит за счет дисперсионного твердения. Упрочняющая термическая обработка состоит из закалки и старения. Закалка при 490 – 510 °С с охлаждением в воде. Старение, при котором достигается повышение прочности и твердости, может быть естественным при температуре цеха в течение 5 - 7 суток или искусственным при температуре 150 – 180 °С в течение 2 - 4 ч.

Существует предельная температура 200 °С при которой старение не позволит получить максимальную прочность. Это так называемое **перестаривание** связано с тем, что при такой температуре происходит выделение и рост частиц второй фазы и, как следствие снижение прочности. Если после закалки и естественного старения дюралюмин подвергнуть нагреву до 200 – 250 °С, то он разупрочняется и приобретает свойства, соответствующие закаленному состоянию.

Это явление называется **возвратом**.

Процесс упрочнения и возврата может повторяться многократно, но при этом происходит ухудшение коррозионной стойкости. Дюралюмин поставляется в виде прутков, профилей, листов и др.

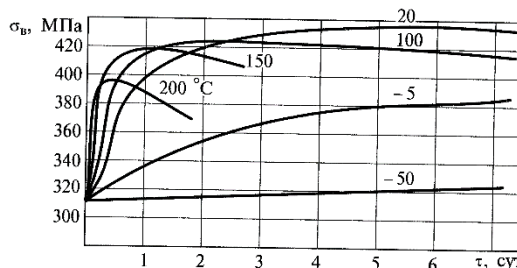


Рис. 10.3. Зависимость предела прочности σ_b дюралюмина от продолжительности старения τ при различных температурах

Сплавы авиаль (Al – Mg – Si – Cu) уступают по прочности дюралюминам, но обладают лучшей пластичностью. Эти сплавы подвергаются закалке от 515 – 530 °С в воде, а затем естественному или искусственному старению. Для изготовления деталей ковкой и штамповкой применяют сплавы АК (АК1, АК6, АК8), легированные в небольших количествах кремнием (0,7 -1,2 %) и железом (до 1,6 %). Эти сплавы обладают высокой пластичностью при температурахковки и штамповки 450 - 475 °С. Термическая обработка сплавов АК состоит из закалки от 490 – 515 0С в воде и старения при 150 – 160 °С в течение 5 – 15 ч.

Литейные сплавы.

Силумин относится к группе литейных сплавов с повышенным содержанием кремния, меди и марганца. Он обладает хорошей жидкотекучестью, малой усадкой, большой плотностью и повышенной прочностью по сравнению с алюминием и широко применяется для корпусов воздушных конденсаторов.

Маркировка: буквами АЛ, за которыми следуют цифры.

Широкое применение получил сплав АЛ2 (10 -13 % Si, ост. Al)

Для улучшения литейных свойств сплав модифицируют, добавляя 1 % по массе смеси, состоящей из 2/3 NaF и 1/3 NaCl, вводимой перед разливкой в формы. Это приводит к повышению предела прочности. Сплав АЛ2 применяют для отливок сложной формы, от которых не требуются высокие механические свойства.

Силумины для дальнейшего повышения механических свойств подвергают термической обработке.

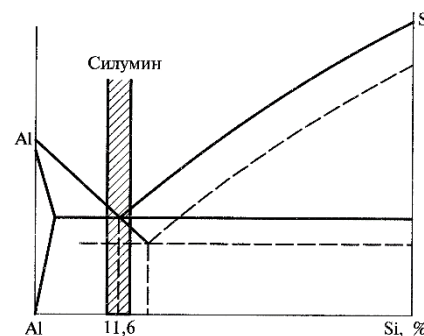


Рис. 10.4. Влияние модифицирования на условия кристаллизации сплавов системы Al – Si:

— без модифицирования; - - - с модифицированием

Магниевые сплавы.

Магний – легкий металл, его плотность 1,7 г/см³, температура плавления 651 °С. Чистый магний обладает малыми прочностью и пластичностью. Магний относительно устойчив против коррозии лишь в сухой среде, при повышении температуры легко окисляется и даже самовоспламеняется. В промышленности используют сплавы магния с алюминием, цинком, марганцем и реже с титаном. Алюминий и цинк улучшают механические свойства, марганец повышает коррозионную стойкость, титан способствует измельчению зерна.

Сплавы магния по технологическому принципу делятся:

- на деформируемые (маркируют: буквами МА)

- на литейные (маркируют: буквами МЛ)

Магниевые сплавы **применяются** в авиационной и радиотехнической промышленности.

Титан Ti. Титан обладает следующими свойствами:

- пластичность;
- сравнительно высокая механическая прочность;
- высокая газопоглощающая способность, особенно при нагревании до температуры 500 °С.

Он получается термической диссоциацией йодистых соединений.

Титан применяется для порошкообразных покрытий молибденовых и вольфрамовых электродов электровакуумных приборов, работающих при высоких температурах.

Титановые сплавы образуются в результате легирования титана алюминием, железом, хромом, марганцем, оловом и другими и обладают следующими свойствами: низкая плотность, высокая коррозионная стойкость, прочность, жароупорность, низкие литейные свойства, удовлетворительно обрабатываются резанием твердосплавным инструментом, свариваются аргонодуговой и контактной сваркой. Некоторые титановые сплавы упрочняют термической обработкой.

Титан имеет две аллотропические модификации: α - титан, β - титан.

По структурному признаку титановые сплавы делят на три группы: α - сплавы, β - сплавы, ($\alpha + \beta$) - сплавы.

Титановые α - сплавы (сплавы титана и алюминия, например: состав сплава ВТ5: 4,3 – 6,2 % Al, ост. Ti) мало пластичны, не склонны к поглощению кислорода, поэтому не охрупчиваются при термической обработке.

Титановые β - сплавы (сплавы титана, алюминия, ванадия или молибдена, а так же хрома ВТ15, ВТ22) наиболее пластичны, но менее прочны; при температурах выше 700 °С легко поглощают кислород и азот.

Титановые ($\alpha + \beta$) - сплавы (сплавы титана, алюминия, ванадия – ВТ6 или титана, алюминия, молибдена - ВТ8, ВТ14) хорошо куется, штампуются, поддаются термической обработке и обладают большей прочностью, чем однофазные.

Титановые сплавы технологичны при литье, пластическом деформировании, однако плохо обрабатываются резанием.

Баббиты – это легкоплавкие подшипниковые сплавы, применяемые для вкладышей подшипников скольжения.

Металл вкладыша должен обладать малым коэффициентом трения, достаточной износостойкостью и хорошей прирабатываемостью. Второе и третье требования противоречат друг другу. Оба эти требования удовлетворяются, если в структуре имеются твердая и мягкая фазы. В этом случае после непродолжительной работы (приработке) происходит износ мягкой фазы – основы, а на поверхность выступают твердые частицы, обеспечивающие износостойкость. При этом между валом и вкладышем образуются пустоты, в которых удерживается смазка.

В качестве баббитов используют сплавы систем Pb – Sb, Sn – Sb и др., а так же сплавы на основе цинка, легированные алюминием и медью. В сплавах системы Pb – Sb роль мягкой фазы играет свинец, а роль твердой – сурьма. Баббиты (не на цинковой основе) маркируются буквой Б и порядковым номером или дополнительной буквой (Б6, БН). Цинковые сплавы обозначают буквами ЦАБ и цифрами, показывающими содержание алюминия и меди (ЦАМ–10–5: 10% Al, 5% Cu ост. Zn).

Олово Sn

Олово - серебристо-белый металл, имеет ярко выраженное крупнокристаллическое строение.

Он обладает следующими свойствами:

- при изгибе палочки олова слышен треск, вызываемый трением кристаллов друг о друга;
- при нормальной температуре олово на воздухе не окисляется;
- под действием воды не изменяется;
- разведенные кислоты действуют на олово медленно;
- устойчиво при температуре выше 13,2 °С.

Олово, кристаллизующееся в тетрагональную систему с плотностью 7310 кг/м³, называют *белым оловом*. Белое олово обладает следующими свойствами:

- предел прочности изменяется от 16 до 38 МПа;
- при низких температурах на белом олове появляются серые пятна (выделение второй модификации *серого*

олова с плотностью 5600 кг/м^3), которые называют *оловянной чумой*;

- при нагревании серое олово снова переходит в белое;
- если нагреть олово до температуры выше 160°C , то оно переходит в третью (ромбическую) модификацию и становится хрупким.

Олово является мягким, тягучим металлом, из которого в результате прокатки получают тонкую фольгу. Для облегчения прокатки и улучшения механической прочности в олово вводят присадки (до 15% свинца и до 1 % сурьмы). Тонкую оловянную фольгу (6. ..8 мкм) с присадками применяют в производстве некоторых типов конденсаторов. Оловянно-свинцовую фольгу толщиной 20...40 мкм применяют в качестве обкладок в слюдяных конденсаторах.

Свинец Pb

Свинец - мягкий металл сероватого цвета с высоким удельным электрическим сопротивлением и крупнокристаллическим строением. Его кристаллы становятся видны при протирании азотной кислотой даже невооруженным глазом. *Он обладает следующими свойствами:*

- на свежем срезе имеет сильный металлический блеск, но быстро тускнеет на воздухе вследствие поверхностного окисления;
- высокая пластичность;
- низкая прочность;
- высокая коррозионная стойкость (свинец не пропускает воду);
- свинец и его соединения ядовиты.

Благодаря высокой коррозионной стойкости свинец в больших количествах применяют для изготовления кабельных оболочек, защищающих кабель от влаги. Его используют также для изготовления плавких предохранителей, пластин свинцовых аккумуляторов и как материал, поглощающий рентгеновские лучи.

Цинк Zn

Цинк - пластичный металл светлого цвета, который обладает следующими свойствами:

- при нормальной температуре сравнительно стойкий к коррозии;
- при нагревании до температуры 200°C становится хрупким.

Получают металлургическими методами с последующей электролитической очисткой. Высокоочищенный металл содержит 99,99% цинка.

Цинк применяют в качестве защитного покрытия для других металлов (например, железа), в фотоэлементах, а также для металлизации бумаги в металлобумажных конденсаторах. Нанесение металлического слоя на бумагу производят в процессе испарения цинка в вакууме при температуре примерно 600°C .