Медные сплавы

Для деталей машин используют сплавы меди с цинком , оловом, алюминием, кремнием и др. (а не чистую медь) из-за их большей прочности: 30-40 кгс/мм^2 у сплавов и 25-29 кгс/мм^2 у технически чистой меди (табл. 35-39).

Медные сплавы (кроме бериллиевой бронзы и некоторых алюминиевых бронз) не принимают термической обработки, и их механические свойства и износостойкость определяются химическим составом и его влиянием на структуру. Модуль упругости медных сплавов (900-12000 кгс/мм^2 ниже , чем у стали).

Основное преимущество медных сплавов - низкий коэффициент трения (что делает особенно рациональным применением их в парах скольжения), сочетающийся для многих сплавов с высокой пластичностью и хорошей стойкостью против коррозии в ряде агрессивных сред и хорошей электропроводностью.

Величина коэффициента трения практически одинакова у всех медных сплавов, тогда как механические свойства и износостойкость, а также поведение в условиях коррозии зависят от состава сплавов , a следовательно, от структуры. Прочность выше у двухфазных сплавов, а пластичность у однофазных.

## **Марки медных сплавов.**

Марки обозначаются следующим образом.

Первые буквы в марке означают: Л - латунь и Бр. - бронза.

Буквы, следующие за буквой Л в латуни или Бр. В бронзе, означают:

А - алюминий, Б - бериллий, Ж - железо, К - кремний, Мц - марганец,

Н - никель, О - олово, С - свинец, Ц - цинк, Ф. - фосфор.

Цифры, помещенные после буквы, указывают среднее процентное содержание элементов. Порядок расположения цифр, принятый для латуней, отличается от порядка, принятого для бронз.

В марках латуни первые две цифры (после буквы) указывают содержание основного компонента - меди. Остальные цифры, отделяемые друг от друга через тире, указывают среднее содержание легирующих элементов.

Эти цифры расположены в том же порядке, как и буквы, указывающие присутствие в сплаве того или иного элемента. Таким образом содержание цинка в наименовании марки латуни не указывается и определяется по разности. Например, Л86 означает латунь с 68% Cu (в среднем) и не имеющую других легирующих элементов, кроме цинка; его содержание составляет (по разности) 32%. ЛАЖ 60-1-1 означает латунь с 60% Cu , легированную алюминием (А) в количестве 1% , с железом (Ж) в количестве 3% и марганцем (Мц) в количестве 1%. Содержание цинка (в среднем) определяется вычетом из 100% суммы процентов содержания меди, алюминия, железа и марганца.

В марках бронзы (как и в сталях) содержание основного компонента - меди - не указывается, а определяется по разности. Цифры после букв, отделяемые друг от друга через тире, указывают среднее содержание легирующих элементов; цифры расположенные в том же порядке, как и буквы, указывающие на легирование бронзы тем или иным компонентом.

Например, Бр.ОЦ10-2 означает бронзу с содержанием олова (О) ~ 4% и цинка (Ц) ~ 3%.Содержание меди определяется по разности (из 100%). Бр.АЖНЮ-4-4 означает бронзу с 10% Al , 4% Fe и 4% Ni (и 82% Cu). Бр. КМц3-1 означает бронзу с 3% Si , и 1% Mn (и 96% Cu).

1. **Медно-цинковые сплавы. Латуни**

По химическому составу различают латуни простые и сложные, а по структуре - однофазные и двухфазные. Простые латуни легируются одним компонентом: цинком.

Однофазные простые латуни имеют высокую пластичность; она наибольшая у латуней с 30-32% цинка (латуни Л70 , Л67). Латуни с более низким содержанием цинка (томпаки и полутомпаки) уступают латуням Л68 и Л70 в пластичности, но превосходят их в электро- и теплопроводности. Они поставляются в прокате и поковках.

Двухфазные простые латуни имеют хорошие ковкость (но главным образом при нагреве) и повышенные литейные свойства и используются не только в виде проката, но и в отливках. Пластичность их ниже чем у однофазных латуней, а прочность и износостойкость выше за счет влияния более твердых частиц второй фазы.

Прочность простых латуней 30-35 кгс/мм^2 при однофазной структуре и 40-45 кгс/мм^2 при двухфазной. Прочность однофазной латуни может быть значительно повышена холодной пластической деформацией. Эти латуни имеют достаточную стойкость в атмосфере воды и пара (при условии снятия напряжений, создаваемых холодной деформацией).

**2. Оловянные бронзы**

Однофазные и двухфазные бронзы превосходят латуни в прочности и сопротивлении коррозии (особенно в морской воде).

Однофазные бронзы в катаном состоянии, особенно после значительной холодной пластической деформации, имеют повышенные прочностные и упругие свойства (δ>= 40 кгс/мм^2).

Для двухфазных бронз характерна более высокая износостойкость.

Важное преимущество двухфазных оловянистых бронз - высокие литейные свойства; они получают при литье наиболее низкий коэффициент усадки по сравнению с другими металлами, в том числе чугунами. Оловянные бронзы применяют для литых деталей сложной формы. Однако для арматуры котлов и подобных деталей они используются лишь в случае небольших давлений пара. Недостаток отливок из оловянных бронз - их значительная микропористость. Поэтому для работы при повышенных давлениях пара они все больше

заменяются алюминиевыми бронзами.

Из-за высокой стоимости олова чаще используют бронзы, в которых часть олова заменена цинком (или свинцом).

**3. Алюминиевые бронзы**

Эти бронзы (однофазные и двухфазные) все более широко заменяют латуни и оловянные бронзы.

Однофазные бронзы в группе медных сплавов имеют наибольшую пластичность (δ до 60%). Их используют для листов (в том числе небольшой толщины) и штамповки со значительной деформацией. После сильной холодной пластической деформации достигаются повышенные прочность и упругость. Двухфазные бронзы подвергают горячей деформации или применяют в виде отливок. У алюминиевых бронз литейные свойства (жидкотекучесть) ниже, чем у оловянных; коэффициент усадки больше, но они не образуют

пористости, что обеспечивает получение более плотных отливок. Литейные свойства улучшаются введением в указанные бронзы небольших количеств фосфора. Бронзы в отливках используют, в частности, для котельной арматуры сравнительно простой формы, но работающей при повышенных напряжениях.

Кроме того, алюминиевые двухфазные бронзы, имеют более высокие прочностные свойства, чем латуни и оловянные бронзы. У сложных алюминиевых бронз, содержащих никель и железо, прочность составляет 55-60 кгс/мм^2.

Все алюминиевые бронзы, как и оловянные, хорошо устойчивы против коррозии в морской воде и во влажной тропической атмосфере.

Алюминиевые бронзы используют в судостроении, авиации, и т.д..В виде лент, листов, проволоки их применяют для упругих элементов, в частности для токоведущих пружин.

**4. Кремнистые бронзы**

Применение кремнистых бронз ограниченное. Используются однофазные бронзы как более пластичные. Они превосходят алюминиевые бронзы и латуни в прочности и стойкости в щелочных (в том числе сточных) средах.

Эти бронзы применяют для арматуры и труб, работающих в указанных средах.

Кремнистые бронзы, дополнительно легированные марганцем, в результате сильной холодной деформации приобретают повышенные прочность и упругость и в виде ленты или проволоки используются для различных упругих злементов.

**5. Бериллиевые бронзы.**

Бериллиевые бронзы сочетают очень высокую прочность (σ до 120 кгс/мм ^2) и коррозионную стойкость с повышенной электропроводностью.

Однако эти бронзы из-за высокой стоимости бериллия используют лишь для особо ответственных в изделиях небольшого сечения в виде лент, проволоки для пружин, мембран, сильфонов и контактах в электрических машинах, аппаратах и приборах.

Указанные свойства бериллиевые бронзы после закалки и старения, т.к. растворимость бериллия в меди уменьшается с понижением температуры.

Выделение при старении частиц химического соединения CuBe повышает прочность и уменьшает концентрацию бериллия в растворе меди.

**Медные сплавы. Оловянные бронзы.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| марка | химический состав | | | | | | | | | | Назначение |
| Sn | P | | | Zn | | Ni | | | Pb |
|  | *обрабатываемые давлением (однофазные) по* ГОСТ 5017–49 | | | | | | | | | |  |
| Бр.ОФ6,5–0,15 | 6–7 | 0,1–0,25 | | | ― | ― | | | | ― | Ленты, сетки в аппара­то­строении, бумажной  пром..Мембраны, пружины, детали рабо­тающие на трение. |
| Бр.ОЦ4–3 | 3,5 | ― | | | 2,7–3,3 | ― | | | | ― |
|  | *литейные (двухфазные) по* ТУ | | | | | | | | | |  |
| Бр.ОЦ10–2 | 9–11 | ― | | | 2–4 | | ― | | | ― | шестерни, втулки, подшипники. |
| Бр.ОФ10–1 | 9–11 | 0,8–0,12 | | | ― | | ― | | | ― | То же, пластичность выше. |
| Бр.ОНС11–4–3 | ― | ― | | | ― | | 4 | | | 3 | То же, при нагреве. Втулки клапанов. |
| Алюминиевые бронзы (по ГОСТ 18175–72) | | | | | | | | | | | |
| марка | химический состав | | | | | | | | | | назначение |
| Al | | Fe | | | | | | Ni | |
|  | *высокой пластичности (однофазные*) | | | | | | | | | |  |
| Бр.А5 | 4–6 | | | ― | | | | ― | | | Ленты, полосы, для пружин. |
|  | *высокой прочности (двухфазные*) | | | | | | | | | |  |
| Бр.АЖ 9–4 | 8–10 | | | 2–4 | | | | ― | | | Шестерни, втулки, арматура, в.т.ч для морской воды. |
| Бр.АЖН10–4–4 | 9,5–11 | | | 3,5–5,5 | | | | 3,5–5,5 | | | То же, при больших давлениях и трении. |

Кремнистые бронзы (по ГОСТ 18175–72)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| марка | химический состав | | | | | назначение |
| Si | Mn | | | Ni |
| Бр.КМц 3–1 | 2,75–3,5 | | 1–1,5 | ― | | Пружины, трубы, втулки в судостроении, авиации, химической промышлен­ности. |
| Бр.КН 1–3 | 0,6–1,1 | | 0,1–0,4 | 2,4–3,4 | | Втулки, клапаны, болты,  и др. детали для ра­боты в  морской и сточных водах. |

Бериллиевые бронзы (по ГОСТ 18175–72)

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| марка | химический состав | | | | | | назначение |
| Be | Ni | | Ti | Mg | |
| Бр.Б2 | 1,8–2,1 | 0,2–0,5 | ― | | | ― | Высокопрочные и то­коведущие пружины, мембраны, сильфоны. |
| Бр.БНТ1,7 | 1,6–1,85 | 0,2–0,4 | 0,1–0,25 | | | ― |
| Бр.БНТ1,9 | 1,85–2,1 | 0,2–0,4 | 0,1–0,25 | | | ― |
| Бр.БНТ1,9Mr | 1,85–2,1 | 0,2–0,4 | 0,1–0,25 | | | 0,07–0,13 |

Латуни

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| марка | химический состав | | | | | назначение |
| Cu | Al | Pb | Sn | другие |
| Простые латуни | | | | | | |
|  | *Пластичные (однофазные), деформируемые в холодном и горячем состоянии* | | | | |  |
| Л96 (томпак) | 95,0–97,0 | ― | ― | ― | ― | Трубки радиаторные, листы, ленты. |
| Л80 (полутом­пак) | 79,0–81,0 | ― | ― | ― | ― | Трубки, лента, проволока. |
| Л68 | 67,0–70,0 | ― | ― | ― | ― | Листы, ленты для глубо­кой вытяжки. |
|  | *Меньшей пластичности (двухфазные), деформируемые в горячем состоянии и литейные.* | | | | |  |
| ЛС59–1 | 57,0–60,0 | ― | 0,8–1,9 | ― | ― | Листы, трубы, литье; хорошая обрабатывае­мость резанием. |
| Сложные латуни | | | | | | |
|  | *Обрабатываемые давлением (однофазные)* | | | | |  |
| ЛА 77–2 | 76,0–79,0 | 1,7–2,5 | ― | ― | ― | Трубы в морском и общем машиностроении |
| ЛО70–1 | 69,9–71,0 | ― | ― | 1–1,5 | ― | Трубы подгревателей |
|  | *Литейные (двухфазные) по* ГОСТ 17711–72 | | | | |  |
| ЛА 67–2,5 | 66–68 | 2–3 | <=1,0 | ― | ― | Отливки в морском и общем машиностроении |
| Сложные латуни повышенной прочности и стойкости против коррозии | | | | | | |
| ЛАН 59–3–2 | 57,0–60,0 | 2,5–3,5 | ― | ― | 2–3 Ni | Трубы, тяжело нагруженные детали в моторо- и судостроении |
| ЛАЖ 60–1–1 | 58,0–61,0 | 0,75–1,5 | <=0,4 | ― | 0,8–1,5 Fe |
|  | *Литейные (двухфазные) по* ГОСТ 17711–72 | | | | |  |
| ЛМцЖ 55–3–1 | 53–58 | ― | <=0,5 | 1,3–4,5 | 0,5–1,5 Fe  4–3 Mn | Массивное литье в судосроении. |
| ЛмцОС 58–2–2–2 | 57–60 | ― | 0,5–2,5 | 1,5–2,5 | 1,5–2,5 Mn | Шестерни, зубчатые колеса |