

МИНИСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ

ФГБОУ ВО «УРАЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ»

УНК пожаротушения и проведения аварийно-спасательных работ

Кафедра [пожарной, аварийно-спасательной техники и специальных технических средств](https://uigps.ru/ob-institute/struktura/kafedry/kafedra-pozharnoy-tekhniki/)

**Научный материал**

**Огнестойкие многокомпонентные сплавы на основе меди.**

Выполнил:

студент УрИ ГПС МЧС России К.И. Петров

Научный руководитель:

К.ф.-м.н., доцент кафедры В.А. Калентьев

Екатеринбург

2022

Оглавление

[**Введение** 3](#_Toc119356619)

[**1.** **Медь и её сплавы** 4](#_Toc119356620)

[**2. Сплавы меди** 7](#_Toc119356621)

[**3. Латуни** 8](#_Toc119356622)

[**4. Бронзы** 9](#_Toc119356623)

[**5. Сплавы меди с никелем** 11](#_Toc119356624)

**6. Диаграммы состояния медных сплавов** 11

[**Заключение** 15](#_Toc119356632)

**Список источников …………………………………………………**16

**Введение**

**Цветная металлургия** – отрасль металлургии, которая включает добычу, обогащение руд цветных металлов и выплавку цветных металлов и их сплавов. По физическим свойствам и назначению цветные металлы условно можно разделить на благородные, тяжелые, легкие и редкие.

К благородным металлам относят металлы с высокой коррозионной стойкостью: золото, платина, палладий, серебро, иридий, родий, рутений и осмий. Их используют в виде сплавов в электротехнике, электровакуумной технике, приборостроении, медицине и т.д.

К тяжелым относят металлы с большой плотностью: свинец, медь, хром, кобальт и т.д. Тяжелые металлы применяют главным образом как легирующие элементы, а такие металлы, как медь, свинец, цинк, отчасти кобальт, используются и в чистом виде.

К легким металлам относятся металлы с плотностью менее 5 грамм на кубический сантиметр: литий, калий, натрий, алюминий и т.д. Их применяют в качестве раскислителей металлов и сплавов, для легирования, в пиротехнике, фотографии, медицине и т.д.

К редким металлам относят металлы с особыми свойствами: вольфра, молибден, селен, уран и т.д.

К группе широко применяемых цветных металлов относятся алюминий, титан, магний, медь, свинец, олово.

Цветные металлы обладают целым рядом весьма ценных свойств. Например, высокой теплопроводностью (алюминий, медь), очень малой плотностью (алюминий, магний), высокой коррозионной стойкостью (титан, алюминий).

По технологии изготовления заготовок и изделий цветные сплавы делятся на деформируемые и литые (иногда спеченые).

На основании этого деления различают металлургию легких металлов и металлургию тяжелых металлов.

1. **Медь и её сплавы**

Медь - металл характерного красного цвета, который обладает след. св-ми:

· Плотность 8940 кг/м3

· Температура плавления 1083 ?С

· Температура кипения 2595 ?С

Медь - химический элемент I группы периодической системы Менделеева;

· атомный номер 29

· атомная масса 63,546

Кристаллическая решетка меди - гранецентрированный куб с параметром a=3,61 Е. Механические свойства чистой меди в в отожженом состоянии после деформации ув=220-240 Мпа, д=50%, ш=75%, KCU=1,6-1,8 МДж/м2 и твердость HB=45. Медь обладает высокой электро- и теплопроводностью, устойчива против атмосферной коррозии и коррозии в пресной и морской воде благодаря образованию на ее поверхности тонкой защитной пленки, состоящей из CuSO4 \* 3Cu(OH)2. Медь хорошо обрабатывается в холодном и горячем состояниях.

Техническую медь в зависимости от чистоты разделяют на десять марок:

1) М00 (99,99% Cu);

2) М0 (99,95% Cu);

3) М0б (99,97% Cu, бескислородная медь);

4) М1 (99,9% Cu);

5) М1p (99,9% Cu, раскисленная медь);

6) М2 (99,7% Cu);

7) М2p (99,7% Cu);

8) М3 (99,5% Cu);

9) М3p (99,5% Cu);

10) М4 (99% Cu).

Примеси меди Bi, Pb, H2, Sb затрудняют обработку давлением в горячем состоянии, а O2 и S придают ей хладноломкость. Все примеси, особенно P, As, Sb снижают электропроводность.

Чистая медь - тягучий, вязкий металл красного, в изломе розового цвета, в очень тонких слоях на просвет медь выглядит зеленовато-голубой. Эти же цвета, характерны и для многих соединений меди, как в твердом состоянии, так и в растворах.

Общее содержание меди в земной коре сравнительно невелико (0,01 вес %), однако она чаще, чем другие металлы, встречается в самородном состоянии, причем самородки меди достигают значительной величины. Этим, а также сравнительной лёгкостью обработки меди объясняется то, что она ранее других металлов была использована человеком.

Академиком В.И. Вернадским в первой половине 1930 г были проведены исследования изменения изотопного состава воды, входящего в состав разных минералов, и опыты по разделению изотопов под влиянием биогеохимических процессов, что и было подтверждено последующими тщательными исследованиями. Как элемент нечетный состоит из двух нечетных изотопов 63 и 65 На долю изотопа Cu (63) приходится 69,09%, процентное содержание изотопа Cu (65) - 30,91%. В соединениях медь проявляет валентность +1 и +2, известны также немногочисленные соединения трехвалентной меди.

К валентности 1 относятся лишь глубинные соединения, первичные сульфиды и минерал куприт - Cu2O. Все остальные минералы, около сотни отвечают валентности два. Радиус одновалентной меди +0.96. Величина атомного радиуса двухвалентной меди - 1,28; ионного радиуса 0,80.

Медь - металл сравнительно мало активный. В сухом воздухе и кислороде при нормальных условиях медь не окисляется. Она достаточно легко вступает в реакции с галогенами, серой, селеном. А вот с водородом, углеродом и азотом медь не взаимодействует даже при высоких температурах. Кислоты, не обладающие окислительными свойствами, на медь не действуют.

Электроотрицательность атомов - способность при вступлении в соединения притягивать электроны. Электроотрицательность Cu2+ - 984 кДж/моль, Cu+ - 753 кДж/моль. Элементы с резко различной ЭО образуют ионную связь, а элементы с близкой ЭО - ковалентную. Сульфиды тяжелых металлов имеют промежуточную связь, с большей долей ковалентной связи (ЭО у S-1571, Cu-984, Pb-733). Медь является амфотерным элементом - образует в земной коре катионы и анионы.

Технически чистую медь широко применяют в электротехничекой промышленности для проводов кабелей, шин, других токопроводящих частей, в машиностроении, судостроении, котлостроении для теплообменников. В большом колличестве медь используют для изготовления важнейших конструкционных сплавов - латуней и бронз.

В материаловедении было установлено, что многие сплавы на основе меди, серебра, и золота, легированные цинком, оловом и т.д. образуют похожие фазы с похожими свойствами. При этом тип образующейся фазы и соответственно свойства определяются электронной концентрацией сплавов e/n.

e - среднее число электронов на элементарную ячейку

n - число атомов в элементарной ячейке

Следовательно, e/n - это средняя электронная концентрация на атом сплава

Такие фазы называют электронными соединениями или фазами Юм-Розери.

В таблице приведены условия образования этих фаз и примеры таких сплавов:

|  |
| --- |
|  |
| **Фаза** | **в-фаза** | **-фаза** | **е-фаза** |  |
| тип решетки | ОЦК | кубическая | ГПУ |  |
| e/n | 3/2 около 1,50 | 21/13 около 1,61 | 7/4 около 1,75 |  |
| основной представитель | CuZn | Cu5Zn8 | CuZn3 |  |
| аналоги | Cu-Bo, Cu-Al, Ag-Cd, Au-Al | Cu-Al, Cu-Si,  Au-In | Ag-Zn  Au-Cd |  |

1. **Сплавы меди**

По характеру взаимодействия с медью легирующие элементы и примеси разделяют на три группы:

a) Элементы, взаимодействующие с медью с образованием твердых растворов (Ag, Al, As, Au, Cd, Fe, Ni, Pt, P, Sb, Sn, Zn). Они повышают ее прочность, но при этом существенно уменьшается значение тепло- и электропроводности (в первую очередь, из-за присутствия сурьмы и мышьяка).

b) Элементы, практически нерастворимые в меди в твердом состоянии и образующие с ней легкоплавкие эвтектики (Bi, Pb). Возникновение эвтектик по границам зерен приводит к разрушению слитков меди в процессе их горячей прокатки (явление красноломкости). Повышенное содержание висмута (более 0,005 %) вызывает хладноломкость меди.

c) Элементы (Se, S, O, Te), образующие с медью хрупкие химические соединения (например, Cu2O, Cu2S). Увеличение содержания серы в меди, с одной стороны, обеспечивает повышение качества ее механической обработки (резанием), с другой, вызывает хладноломкость меди. Присутствие кислорода в меди является причиной ее «водородной болезни», проявляющейся в образовании микротрещин и разрушении при обжоге (t> 400`C) в водородсодержащей среде. В данном случае водород, активно диффундирующий в металл, отнимает кислород у закиси меди Cu2Oс образованием паров воды. В металле возникают области с высоким давлением, вызывающим разрушение материала.

Сплавы меди с цинком называют латунями, томпаками (до 10 % Zn) или полутомпаками (от 10 до 20 % Zn); за исключением сплавов с никелем, все другие ее сплавы называют бронзами.

1. **Латуни**

**Латуни** – сплавы меди с цинком (до 50% Zn) и небольшими добавками алюминия, кремния, свинца, никеля, марганца (ГОСТ 15527-70, ГОСТ 17711-80). Медные сплавы, предназначенные для изготовления деталей методами литья, называют литейными, а сплавы, предназначенные для изготовления деталей пластическим деформированием – сплавами, обрабатываемыми давлением.

Латуни дешевле меди и превосходят ее по прочности, вязкости и коррозионной стойкости. Обладают хорошими литейными свойствами.

Латуни, применяются в основном для изготовления деталей штамповкой, вытяжкой, раскаткой, вальцовкой, т.е. процессами, требующими высокой пластичности материала заготовки. Из латуни изготавливаются гильзы различных боеприпасов.

В зависимости от числа компонентов различают простые (двойные) и специальные (многокомпонентные) латуни.

Простые латуни содержат только Cu и Zn.

Специальные латуни содержат от 1 до 8% различных легирующих элементов (Л.Э.), повышающих механические свойства и коррозионную стойкость.

Al, Mn, Ni повышают механические свойства и коррозионную стойкость латуней. Свинец улучшает обрабатываемость резанием. Кремнистые латуни обладают хорошей жидкотекучестью и свариваемостью.

1. **Бронзы**

**Бронзы** – это сплавы меди с оловом (4-33% Sn), свинцом (до 30% Pb), алюминием (5-11% AL), кремнием (4-5% Si), сурьмой, фосфором и другими элементами.

Бронзы – это всякий медный сплав, кроме латуни. Это сплавы меди, в которых цинк не является основным легирующим элементом. Общей характеристикой бронз является высокая коррозионная стойкость и антифрикционность (от анти- и лат. frictio- трение). Бронзы отличаются высокой коррозионной устойчивостью и антифрикционными свойствами. Из них изготавливают вкладыши подшипников скольжения, венцы червячных зубчатых колес и другие детали.

Высокие литейные свойства некоторых бронз позволяют использовать их для изготовления художественных изделий, памятников, колоколов.

По химическому составу делятся на оловянные бронзы и без оловянные (специальные).

**Оловянные бронзы** обладают высокими механическими, литейными, антифрикционными свойствами, коррозионной стойкостью, обрабатываемостью резанием, но имеют ограниченное применение из-за дефицитности и дороговизны олова.

**Специальные бронзы**не только служат заменителями оловянных бронз, но и в ряде случаев превосходят их по своим механическим, антикоррозионным и технологическим свойствам:

Алюминиевые бронзы – 5-11% алюминия. Имеют более высокие механические и антифрикционные свойства, чем у оловянных бронз, но литейные свойства – ниже. Для повышения механических и антикоррозионных свойств вводят железо, марганец, никель (например, БрАЖ9-4). Из этих бронз изготовляют различные втулки, направляющие, мелкие ответственные детали.

Бериллиевые бронзы содержат 1,8-2,3% бериллия отличаются высокой твердостью, износоустойчивостью и упругостью (например, БрБ2, БрБМН1,7). Их применяют для пружин в приборах, которые работают в агрессивной среде.

Кремнистые бронзы – 3-4% кремния, легированные никелем, марганцем, цинком по механическим свойствам приближаются к сталям.

Свинцовистые бронзы содержат 30% свинца, являются хорошими антифрикционными сплавами и идут на изготовление подшипников скольжения.

Медные сплавы обозначают начальными буквами их названия (Бр или Л), после чего следуют первые буквы названий основных элементов, образующих сплав, и цифры, указывающие количество элемента в процентах.

Примеры:

–     БрА9Мц2Л – бронза, содержащая 9% алюминия, 2% Mn, остальное Cu («Л» указывает, что сплав литейный);

–     ЛЦ40Мц3Ж – латунь, содержащая 40% Zn, 3% Mn, ~l% Fe, остальное Cu;

–     Бр0Ф8,0-0,3 – бронза содержащая 8% олова и 0,3% фосфора;

–     ЛАМш77-2-0,05 – латунь содержащая 77% Cu, 2% Al, 0,055 мышьяка, остальное Zn (в обозначении латуни, предназначенной для обработки давлением, первое число указывает на содержание меди).

В несложных по составу латунях указывают только содержание в сплаве меди:

–     Л96 – латунь содержащая 96% Cu и ~4% Zn (томпак);

–     Лб3 – латунь содержащая 63% Cu и 37% Zn.

Высокая стоимость меди и сплавов на ее основе привела в 20 веке к поиску материалов для их замены. В настоящее время их успешно заменяют пластиками, композиционными материалами.

1. **Сплавы меди с никелем**

Сплавы меди с никелем подразделяют на конструкционные и электротехнические

Кушали (медь-никель-алюминий) содержат 6--13 % Ni, 1,5--3 % А1, остальное -- медь. Они подвергаются термической обработке (закалка-старение). Куниали служат для изготовления деталей повышенной прочности, пружин и ряда электротехнических изделий.

Нейзильберы (медь-никель-цинк) содержат 15 % Ni, 20 % Sn, остальное -- медь. Они имеют белый цвет, близкий к цвету серебра. Нейзильберы хорошо сопротивляются атмосферной коррозии. Их применяют в приборостроении и производстве часов.

Мелькиоры (медь-никель и небольшие добавки железа и марганца до 1 %) обладают высокой коррозионной стойкостью. Их применяют для изготовления теплообменных аппаратов, штампованных и чеканных изделий,

Копелъ (медь-никель-марганец) содержат 43 % Ni, 0,5 Мп, остальное -- медь. Это специальный сплав с высокимудельным электросопротивлением, используемый для изготовления электронагревательных элементов.

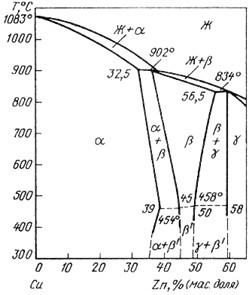
1. **Диаграммы состояния медных сплавов**

Сu-Zn

Медь с цинком образует кроме a -твердого раствора на основе меди ряд промежуточных фаз b, g и т. д.

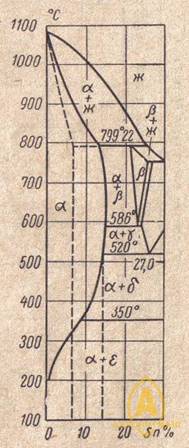
Фаза b — это твердый раствор на основе электронного соединения CuZn (фаза Юм—Розери) с решеткой ОЦК. При охлаждении при температуре около 450 °С b -фаза переходит в упорядоченное состояние (b ® b ў), причем b ў -фаза в отличие от b -фазы является более твердой и хрупкой.

Фаза g — твердый раствор на основе электронного соединения Cu5 Zn8 отличается очень высокой хрупкостью и ее присутствие в промышленных конструкционных сплавах исключается.



Cu - Sn

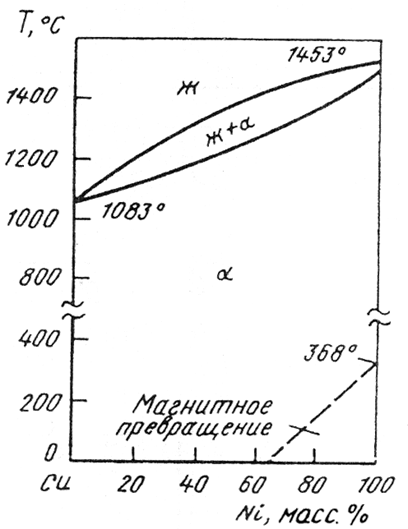
Диаграмма, показывающая фазовый состав и структуру Cu - Sn-сплавов (оловянистых бронз). Представляет собой комбинацию нескольких перитектических диаграмм. Возможно образование следующих фаз: α - твердый раствор Sn в Cu; Sn - почти чистое олово (растворимость Cu в Sn меньше 0,01 %); β - твердый раствор электронного типа на базе соединения Cu5 Sn, а пунктирная линия показывает процесс его упорядочения; δ - электронное соединение Cu31 Sn8 ; γ- твердый раствор на базе химического соединения Cu и Sn; ε - электронное соединение Cu3 Sn; η - химическое соединение Cu6 Sn5



a)

Cu-Ni

Диаграммасостояния Сu—Ni характеризуется образованием в процессе кристаллизации непрерывного ряда твердых растворов (Сu, Ni) с гранецентрированной кубической структурой. Установлено равновесие Ж ↔ Газ с азеотропным минимумом при температуре 2500 °С и концентрации 50—60%(ат.)Ni; указывается на наличие области расслоения на две фазы (газообразный и жидкий растворы разного состава) при концентрации 60—100 % (ат.) Ni. В интервале концентраций 0-60%(ат.) Ni область расслоения настолько узка, что практически вырождается в прямую линию.



медный сплав бронза цинк латунь

**Заключение**

Было  изучено кристаллическое строение  металлов и выявлено, что скопление большого количества кристаллических решеток образует кристалл, а металл состоит из множества кристаллов. Свойства кристаллов зависят от расположения атомов внутри них.

Чистая медь широко используется в электротехнике, в различного рода теплообменниках. Из высокотехничных латуней получают изделия глубокой вытяжки (радиаторные и конденсаторные трубки, сильфоны, гибкие шланги). Латуни, содержащие свинец, используют при работе в условиях трения (в часовом производстве, в типографических машинах).

Оловянные бронзы применяют для литья художественных изделий. При дополнительном легировании фосфором их используют для изготовления деталей, работающих на трение в коррозионной среде.

Алюминиевые бронзы, прежде всего, используют в качестве заменителей оловянных. Высокопрочные алюминиевые бронзы идут на изготовление шестеренок, пружин, втулок.

Из бериллиевой бронзы делают детали точного приборостроения, упругие элементы электронных приборов, мембраны.

Для менее ответственных деталей используют кремнистые бронзы.

Медно-никелевые сплавы нашли широкое применение как коррозионностойкие и электротехнические материалы.

Из мельхиоров изготавливают конденсаторные трубы, трубные доски конденсаторов, медицинский инструмент и т.д.

Нейзильберы используются как плакировочный материал для медицинских инструментов, из них также изготавливают детали точной механики и часовой конструкции.

**Список источников**

1. Арзамасов Б. Н. « Материаловедение». М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2003.-384 с.
2. Фетисов Г.П. Материаловедение и технология металлов.- М.: Высшая школа, 2006.-862 с
3. Гуляев А.П. «Металловедение». -  М.: Металлургия, 1986.-544 с.
4. <http://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=8383> 27.11.2022
5. <https://studfile.net/preview/5882142/page:2/> 28.11.2022