**Лекция 16.11.18**

**Тема: Железоуглеродистые сплавы с высокими литейными свойствами.**

***Домашнее задание: рабочая тетрадь до задания № 51***

Медные сплавы — первые металлические сплавы, созданные человеком. Примерно до середины XXв. по мировому производству медные сплавы занимали 1-е место среди сплавов цветных металлов, уступив его затем алюминиевым сплавам. Со многими элементами медь образует широкие области твёрдых растворов замещения, в которых атомы добавки занимают места атомов меди в гранецентрированной кубической решётке. Медь в твёрдом состоянии растворяет до 39 % Zn, 15,8 % Sn, 9,4 % Al, a Ni — неограниченно. При образовании твёрдого раствора на основе меди растут её прочность и электросопротивление, снижается температурный коэффициент электросопротивления, может значительно повыситься коррозионная стойкость, а пластичность сохраняется на достаточно высоком уровне.

При добавлении легирующего элемента свыше предела растворимости образуются соединения, в частности электронные, т. е. характеризующиеся определённой электронной концентрацией (отношением суммарного числа валентных электронов к числу атомов, которое может быть равно 3/2, 21/13 или 7/4). Этим соединениям условно приписывают формулы CuZn, Cu5Sn, Cu31Sn8, Cu9Al4, CuBe и другие. В многокомпонентных медных сплавов часто присутствуют сложные металлические соединения неустановленного состава, которые значительно твёрже, чем раствор на основе меди, но весьма хрупки (обычно в двухфазных и многофазных медных сплавов доля их в структуре намного меньше, чем твёрдого раствора на основе 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.

**а) Латунь**

Латунь– это медный сплав с добавлением цинка. Цинк, содержание которого в составе может доходить до 40%, повышает прочность и пластичность сплава. Наиболее пластична латунь, с долей цинка около 30%. Она применяется для производства проволоки и тонких листов.

В состав также могут входить железо, олово, свинец, никель, марганец и другие компоненты. Они повышаю коррозийную устойчивость и механические свойства сплава.

Латунь хорошо подвергается обработке: сварке и прокатке, отлично полируется.

Широкий диапазон свойств, низкая себестоимость, легкость в обработке и красивый желтый цвет делают латунь наиболее распространенным медным сплавом с большой областью применения.

Все латуни делятся на деформируемые латуни, литейные латуни и ювелирные сплавы.

Деформируемые латуни

Деформируемые латуни бывают двойные и многокомпонентные.

Деформируемые латуни (другое название – томпак) имеют процентное содержание меди 90-97%. Они высоко пластичны, обладают высокой устойчивостью к коррозии, хорошими антифрикционными свойствами, легко свариваются со сталью. Томпак окрашен в приятный золотистый цвет, благодаря чему, сплав используется для изготовления фурнитуры, художественных изделий, знаков отличия.

Двойные деформируемые латуни используются в автомобилестроении, для изготовления различной аппаратуры, змеевиков, сильфонов, гаек, болтов, конденсаторных труб, толстостенных патрубков.

Многокомпонентные деформируемые латуни применяют для изготовления деталей часов, электромашин, морских судов, самолетов, химической аппаратуры. Из них производят вкладыши подшипников, арматуру, втулки, пружины и полиграфические матрицы.

Литейные латуни

Литейные латуни применяют для изготовления литых деталей арматуры, устойчивых к коррозии и высокой температуре деталей ответственного назначения.

Латуньмаркируется следующим образом: сначала идет буква Л, а за ней ставятся цифры, указывающие процентное содержание меди, а также других металлов в сплаве. Такая маркировка позволяет легко ориентироваться в свойствах и области применения. Так, например, латуни Л62 и Л68 используются вместо меди для изготовления деталей методом глубокой штамповки. Состав латуни должен соответствовать нормам ГОСТа.

**б) Бронзы**

БРО́НЗА (франц. bronze),сплавмеди с разными химическими элементами, главным образом металлами (олово,алюминий,бериллий,свинец,кадмий,хроми др.). Соответственно, бронза называется оловянной, алюминиевой, бериллиевой и т.п. Исключение составляют сплавы меди с цинком, которые называютсялатунь, и сплавы меди с никелем — медноникелевые сплавы.

При введении в медь различных элементов —легировании— атомы легирующей примеси увеличивают деформацию и концентрацию дефектов ее кристаллической решетки. Кроме этого, атомы примеси взаимодействуют сдислокациямии затрудняют их подвижность, упрочняя медь. Поэтому удельное сопротивление бронз выше, чем у чистой меди, выше также предел прочности на разрыв и твердость, меньше относительное удлинение перед разрывом. Бронзы лучше обрабатываются на металлорежущих станках и обладают более высокими литейными свойствами, чем медь.

Оловянные бронзы

Оловянная бронза — древнейший сплав, выплавленный человеком. Первые изделия из бронзы получены около 3 тыс. лет до н. э. восстановительной плавкой смеси медной и оловянной руд с древесным углем. Значительно позднее бронзы стали изготовлять добавкой в медь олова и других металлов. Бронза применялась в древности для производства оружия и орудий труда (наконечников стрел, кинжалов, топоров), украшений, монет и зеркал. В Средние века большое количество бронзы шло на отливку колоколов. Колокольная бронза обычно содержит 20% олова. До середины 19 в. для отливки орудийных стволов использовалась пушечная (орудийная) бронза — сплав меди с 10% олова.

В наши дни в практике нашли применение бронзы, содержащие до 14% олова. Оловянные бронзы обладают высокими антифрикционными свойствами, нечувствительны к перегреву, морозостойки, немагнитны. Главными недостатками оловянных бронз являются образование пор в отливках, что ведет к их невысокой герметичности. Оловянные бронзы легируют цинком, свинцом, никелем, фосфором. Фосфор образует соединение с медью, влияющее на характер кристаллизационных процессов в сплаве. Он водится в оловянную бронзу как раскислитель и устраняет хрупкие включения окиси олова. При содержания в бронзе около 1% фосфора, ее называют фосфористой. Легирование фосфором повышает механические, технологические, антифрикционные характеристики оловянных бронз. Введение никеля способствует повышению механических и противокоррозионных свойств. Легирование свинцом увеличивает плотность бронз, улучшает антифрикционные свойства и обрабатываемость резанием, однако при этом снижаются механические свойства. Введение железа способствует повышению механических свойств бронз, однако с увеличением концентрации железа резко снижаются коррозионная стойкость и технологические свойства.

Алюминиевые бронзы

Алюминиевые бронзы обладают высокими механическими, антифрикционными и противокоррозионными свойствами. Для снижения усадки, окисляемости и склонности к газонасыщению алюминиевые бронзы легируют железом, никелем, марганцем. Основное применение алюминиевых бронз — для изготовления ответственных деталей машин, работающих при интенсивном изнашивании и повышенных температурах.

Кремниевые бронзы

Кремнистые бронзы характеризуются высокими антифрикционными, упругими свойствами, коррозионной стойкостью. Кремнистые бронзы уступают оловянным по величине усадки, но превосходят по коррозионной стойкости, механическим свойствам и плотности отливки. При добавлении кремния образуется сплав на основе твердого раствора кремния в меди, такой сплав хорошо обрабатывается давлением, пластичен. Кремнистые бронзы применяю для изготовления антифрикционных деталей, пружин, мембран приборов и оборудования.

Бериллиевые бронзы

Высокой механической прочностью обладает бериллиевая бронза. Она отличается высокой твердостью и упругостью, износостойкостью и стойкостью к воздействию коррозионных сред, что обеспечивает работоспособность изделий при повышенных температурах. Бериллиевая бронза хорошо обрабатывается резанием и сваривается. Используется для изготовления деталей, эксплуатируемых при повышенных скоростях перемещения, нагрузках, температуре.

Хромовые бронзы

Хромовые бронзы отличаются высокими механическими свойствами, высокой электропроводностью и теплопроводностью и повышенной температурой рекристаллизации. Эти сплавы широко применяются для электродов электросварочных аппаратов и изготовления коллекторов электромоторов, как более качественные сплавы, чем кадмиевая бронза и коллекторная медь, применяемые для этих целей.

**в) Медно-никелевые сплавы**

Сплавы на основе меди, содержащие никель в качестве главного легирующего элемента. Никель образует с медью непрерывный ряд твёрдых растворов. При добавленииникеля к медивозрастают её прочность и электросопротивление, снижается температурный коэффициент электросопротивления, сильно повышается стойкость против коррозии. Медно-никелевые сплавы хорошо обрабатываются давлением в горячем и холодном состоянии.

Мельхиор

Мельхиор - однофазный сплав, представляющий собой твёрдый раствор; хорошо обрабатывается давлением в горячем и холодном состоянии, после отжига имеет предел прочности около 400 Мн/м2 (40 кгс/мм2). Наиболее ценное свойство Мельхиора — высокая стойкость против коррозии в воздушной атмосфере, пресной и морской воде. Увеличенное содержание никеля, а также добавки железа и марганца обеспечивают повышенную коррозионную и кавитационную стойкость, особенно в морской воде и в атмосфере водяного пара.

Нейзильбер

Нейзильбер - сплав меди с 5—35% Ni и 13—45% Zn. При повышенном содержании никеля имеет красивый белый цвет с зеленоватым или синеватым отливом и высокую стойкость против коррозии. Дорогие изделия из сплавов типа Нейзильбер под названием "пакфонг" завезены в Европу из Китая в 18 в. В 19 в. изделия из сплавов такого типа, обычно посеребрённые, производили под разными наименованиями: китайское серебро, мельхиор и др.

Физические свойства меди

Цвет Меди красный, в изломе розовый, при просвечивании в тонких слоях зеленовато-голубой. Металл имеет гранецентрированную кубическую решетку с параметром а = 3,6074 Å; плотность 8,96 г/см3 (20 °С). Атомный радиус 1,28 Å; ионные радиусы Cu+ 0,98 Å; Сu2 + 0,80 Å; tпл 1083 °С; tкип 2600 °С; удельная теплоемкость (при 20 °С) 385,48 дж/(кг·К), т.е. 0,092 кал/(г·°С). Наиболее важные и широко используемые свойства Меди: высокая теплопроводность - при 20 °С 394,279 вт/(м·К.), то есть 0,941 кал/(см·сек·°С); малое электрическое сопротивление - при 20 °С 1,68·10-8 ом·м. Термический коэффициент линейного расширения 17,0·10-6 . Давление паров над Медью ничтожно, давление 133,322 н/м2 (т.е. 1 мм рт.ст.) достигается лишь при 1628 °С. Медь диамагнитна; атомная магнитная восприимчивость 5,27·10-6 . Твердость Меди по Бринеллю 350 Мн/м2(т. е. 35 кгс/мм2 ); предел прочности при растяжении 220 Мн/м2 (т. е. 22 кгс/мм2 ); относительное удлинение 60%, модуль упругости 132·103 Мн/м2 (т.е. 13,2·103 кгс/мм2 ). Путем наклепа предел прочности может быть повышен до 400-450 Мн/м2 , при этом удлинение уменьшается до 2% , а электропроводность уменьшается на 1-3% . Отжиг наклепанной Меди следует проводить при 600-700 °С. Небольшие примеси Bi (тысячные доли%) и Рb (сотые доли%) делают Медь красноломкой, а примесь S вызывает хрупкость на холоде.

Химические свойства меди

По химическим свойствам Медь занимает промежуточное положение между элементами первой триады VIII группы и щелочными элементами I группы системы Менделеева. Медь, как и Fe, Co, Ni, склонна к комплексообразованию, дает окрашенные соединения, нерастворимые сульфиды и т. д. Сходство с щелочными металлами незначительно. Так, Медь образует ряд одновалентных соединений, однако для нее более характерно 2-валентное состояние. Соли одновалентной Медь в воде практически нерастворимы и легко окисляются до соединений 2-валентной Меди; соли 2-валентной Меди, напротив, хорошо растворимы в воде и в разбавленных растворах полностью диссоциированы. Гидратированные ионы Cu2+ окрашены в голубой цвет. Известны также соединения, в которых Медь 3-валентна. Так, действием пероксида натрия на раствор куприта натрия Na2 CuO2 получен оксид Сu2 О3 - красный порошок, начинающий отдавать кислород уже при 100 °С. Сu2 О3 - сильный окислитель (например, выделяет хлор из соляной кислоты).

Химическая активность Меди невелика. Компактный металл при температурах ниже 185 °С с сухим воздухом и кислородом не взаимодействует. В присутствии влаги и СО2 на поверхности Меди образуется зеленая пленка основного карбоната. При нагревании Меди на воздухе идет поверхностное окисление; ниже 375 °С образуется СuО, а в интервале 375-1100 °С при неполном окислении Медь - двухслойная окалина, в поверхностном слое которой находится СuО, а во внутреннем - Сu2 О.

Влажный хлор взаимодействует с Медью уже при обычной температуре, образуя хлорид СuCl2 , хорошо растворимый в воде. Медь легко соединяется и с других галогенами. Особое сродство проявляет Медь к сере и селену; так, она горит в парах серы. С водородом, азотом и углеродом Медь не реагирует даже при высоких температурах. Растворимость водорода в твердой Медь незначительна и при 400 °С составляет 0,06 мг в 100 г Меди. Водород и других горючие газы (СО, СН4 ), действуя при высокой температуре на слитки Меди, содержащие Сu2 О, восстановляют ее до металла с образованием СО2 и водяного пара. Эти продукты, будучи нерастворимыми в Меди, выделяются из нее, вызывая появление трещин, что резко ухудшает механические свойства Меди.