

Влияние различных примесей и добавок на свойства меди
Ш.Б.Ташбулатов, С.А.Турсунбаев, Ш.М.Чоршанбиев
*Ташкентский государственный технический университет, им. Ислама
Каримова, г. Ташкент, Узбекистан*

В данной статье рассмотрены сведения по важнейшим группам применяемых в технике полуфабрикатов и изделий из меди. Кратко описываются важнейшие технологические свойства их, особенности поведения при плавке, литье, механической и термической обработки; важнейшие виды брака; происхождения его и борьба с ним. Намечаются пути улучшения производства и экономии меди.

Ключевые слова: Медь, кислород, раскисления, плавка.

Как видно нам элементы P, As, Sb, Al, Fe, Sn особенно сильно влияет на качестве и снижают электропроводность меди.

Благоприятное влияние кислорода на электропроводность меди при содержании его в пределах 0,02-0,08 % можно объяснить тем, что остающийся при плавке в меди кислород способствует более полному удалению водорода и других (окисляющихся) примесей из расплава.

Будучи почти нерастворимым в меди при комнатной температуре, весь содержащийся в меди кислород находится в виде обособленных шаровидных твердых и хрупких частичек Cu_2O , образующих с медью эвтектику.

В структуре литой меди цепочки или тонкоружевные участки смеси $\text{Cu}_2\text{O} + \text{Cu}$ располагаются между кристаллами Cu, что снижает пластичность (обрабатываемость давлением) меди как в горячем, так и в холодном состоянии. Еще более разрушительное влияние при обработке давлением оказывают местные скопления Cu_2O , образующиеся в результате прорыва пленок закиси при разливе в формы.

Медь имеет сильно выраженное химическое сродства к кислороду. Поверхность только что залитой в форму меди имеет красивый цвет морской воды. Буквально через несколько секунд поверхность жидкой меди теряет свой цвет и блеск, становится белой-матовой-покрывается пленкой закиси Cu_2O .

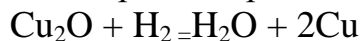
При нагревании слитков меди и при отжиге при температурах не выше 900°C кислород глубоко в медь не проникает.

При температурах $950-970^\circ\text{C}$ скорость диффузии кислорода в медь значительно возрастает, образующиеся при этом мельчайшие шарики Cu_2O коагулируют. При температуре 1000°C и выше скорость диффузии кислорода увеличивается еще больше, усиливается и коагуляция шариков Cu_2O .

Пробы меди, имевшие литейную корку, содержащую около 3% Cu_2O , давали трещины при холодной деформации с обжатием 35-50%. После удаления литейной корки эти пробы можно было катать без дефектов.

В медь для электрических целей кислорода допускается не более 0,02 % в других марках меди до 0,1% O_2 .

При получения из меди с повышенным содержанием кислорода листов, лента, проволоки, трубок, фасонных прутков в процессе промежуточного или выходного отжига их, который проводится в пламенной печи с восстановительным коптящим пламенем (содержащим H_2 и легкие углеводороды), может возникнуть явление «водород болезни», при которой между частичками закиси меди и водородом происходит реакция:



В результате этой реакции и выделения паров H_2O внутри металла возникают микропоры и микротрещины, межкристаллические связи ослабевают, медь становится ломкой, хрупкой.

Восстанавливающее влияние водорода начинается при $400^{\circ}C$ и достигает высшего предела при $700-800^{\circ}C$. В катодной меди, содержащей 0,07 % O_2 , наиболее глубокое внедрение H_2 происходит при $800^{\circ}C$. В литую медь, содержащую 0,12% O_2 , за 7 ч при температуре $900^{\circ}C$ водород проникает на глубину 8,9 мм.

В меди, содержащей 0,026% O_2 , нагреваемой в среде водорода, водород проникает на глубину 1,5мм: при $1000^{\circ}C$ через 10 мин; при $900^{\circ}C$ через 30 мин; при $800^{\circ}C$ через 35 мин; при $700^{\circ}C$ через 50 мин.

При температуре $600^{\circ}C$ даже при нагреве в течение 240 мин, водород проникает только на глубину 0,9 мм.

В работе проведенной с целью уточнения влияния разных режимов нагрева в водороде на разные сорта медной заготовки, было установлено следующее. При воздействии чистого водорода на разные заготовки из нераскисленной меди появляется хрупкий наружный слой, толщина которого увеличивается с повышением температуры нагрева и продолжительности выдержки. Предел прочности падает до $2,5кГ/мм^2$ при незначительном удлинении.

На медь, раскисленную фосфором, водород не действует.

Данные о характере диффузии кислорода в различных сортах меди при отжиге (нагревании) в атмосфере воздуха приведены в табл.1.

Глубина проникновения кислорода в медь в зависимости от температуры и продолжительности отжига

Таблица 1

Состояние	Температура отжига, $^{\circ}C$	Продолжительн ость отжига, <i>мин</i>	Глубина проникновения кислорода, <i>мм</i>
Раскисленная	900	10	1,6
	800	50	1,6
	700	240	0,9
Плавленная в вакууме	800	40	1,6

Влияние кислорода на механические свойства указаны в таб.2.

Влияние кислорода на механические свойства меди

Таблица 2

Содержание кислорода %	Относительное удлинение меди, %	
	Холоднокатаной	отоженной
0,015	20,4	58
0,017	12,0	49,2
0,282	7,4	38,0
0,36	4,0	34,3

Практика производства фасонных прутков из вайербаров с содержанием кислорода – 0,05 % показала, что из такой меди получают прутки высокого качества. При получения прутков из вайербаров, содержащих 0,1-0,20 % O₂, получается значительное количества брака.

Кроме кислорода и водорода, расплавленная медь может поглощать и другие газы. При обычных методах получения слитков медь в жидком состоянии при температуре 1100-1150⁰ С может растворять, см³:

H ₂	0,725	CO.	2,65
N ₂	0,287	CO ₂	1,88
		SO ₂	14,5

Растворимость дана в 100 г расплавленного металла, а объем газа приведен к 0⁰ С и атмосферному давлению.

При перехода из жидкого состояния в твердое растворимость газов в металлах резко меняется (таб. 3.)

Изменение растворимости водорода в металлах при переходе из жидкого состояния в твердое

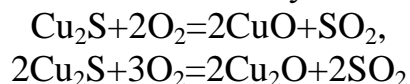
Таблица 3

Состояние металла	В меди		В никеле		В серебре	
	при темпера- туре, ⁰ С	водород	при темпера- туре, ⁰ С	водород	при темпера- туре, ⁰ С	Водо- род
Жидкое	1083	0,54	1465	3,43	973	22,4
Твердое	1083	0,19	1400	1,51	800	0,354

Примечание: В таблице даны объемы газа, заключающиеся в одном объеме металла в зависимости от состояния последнего.

Некоторые данные о количестве газов, выделяющихся при вакуумной плавке из меди разного происхождения, и о составе этих газов которые методом вакуумной плавки определяется содержание H₂, O₂, S, Св меди с точностью 5-10% от измеряемой величины позволявшей обнаружить присутствие 0,5 мл водорода в 100 г металла а содержание O₂, S и С с точностью 0,001%.

Обогащенная серой медь взаимодействует с кислородом по реакциям:



Это необходимо учитывать при плавке и последующей обработке меди.

Как при плавке металла, так и при нагревании в атмосфере пламенных газов, надо избегать применения топлива, содержащего значительные количества серы (мазут и каменной уголь), учитывая, что и Cu_2O и Cu_2S вредно действуют на пластичность меди. Сера всегда имеется даже в электролитической меди.

Изучение влияния продуктов горения, содержащих SO_2 , при рафинировании катодной меди в пламенной печи показало, что жидкая медь может поглощать серу из SO_2 даже при низких парциальных давлениях (От 10^{-2} до 10^{-3} атм SO_2). Особенно опасно обогащение медной ванны серой, возникающее в условиях полного сгорания топлива или при восстановительном пламени, когда свободный кислород в продуктах горения совершенно исчезает и отношение $\text{CO}_2 : \text{CO}$ сильно падает. Даже при окислительном процессе горения поглощение медной ванной серы из SO_2 возможно, когда распыливание древесного угля непосредственно на поверхности ванны образует богатый CO , восстанавливающий пограничный газовый слой. Чтобы предотвратить переход S из SO_2 в медь у чистой поверхности ванны перед распыливанием древесного угля, горелки печи выключаются.

Библиографический список

- 1.Абрамов Г.Г. Справочник молодого литейщика / Г.Г. Абрамов – М. : Высш. школа. 1991 г.
2. Литейного производство /А.М. Михайлов (и др.) – М. : Машиностроение, 1987. – 256 с.
3. Титов , Н.Д. Технология металлов и материаловедение / Б.В. Кнорозов (и др) – М. : металлургия , 1987 .