25.04.2020

Материаловедение

Занятие 45, 46 Цветные металлы и сплавы

Задание:

1. Изучить материал
2. Законспектировать в тетрадь
3. Прислать отчет о проделанной работе на эл.почту [sergey.vaibert@yandex.ru](mailto:sergey.vaibert@yandex.ru)

**Цветные металлы.**К цветным металлам, наиболее широко применяемым в технике, относятся медь, алюминий, олово, свинец, цинк, магний, титан и их сплавы. В чистом виде цветные металлы используют редко, в основном их применяют в виде сплавов.

Цветные металлы - это наиболее дорогой и ценный технический материал.

Легирующие элементы, входящие в состав цветных металлов и сплавов, обозначают заглавными буквами русского алфавита, например алюминий - А, бериллий - Б, железо - Ж, кремний - К, медь - М и т. д.

**Медь.**Она имеет характерный красноватый цвет, в природе встречается в виде сернистых соединений, в окислах и очень редко в чистом виде. Медь маркируют буквой М. В зависимости от чистоты меди (ГОСТ 859-2001). Самая чистая медь - содержит 99,99% меди и 0,01% примесей. Благодаря высокой пластичности медь хорошо обрабатывается давлением в холодном и горячем состоянии. Она обладает хорошей электропроводностью. Из нее изготовляют проводники электрического тока - провода и кабели.

**Олово**. Олово очень мягкий металл серебристо-белого цвета с желтоватым оттенком. Оно разделяется на шесть марок (ГОСТ 860-41): ОВЧ-000, О1ПЧ, 01, 02, 03, 04. Самое чистое олово - марки ОВЧ-000, содержащее 99,999% олова и 0,001% примесей.

Олово в чистом виде применяют для лужения жести.

**Цинк.** Цинк - это хрупкий металл белого цвета с голубоватым оттенком. В зависимости от химического состава установ­лены шесть марок цинка (ГОСТ 3640-47): ЦВ (99,99% цинка), Ц0, Ц1, Ц2, ЦЗ, Ц4 (99,50% цинка). Цинк используют для покрытия изделий (цинкование), чтобы предохранить их от атмосферной коррозии.

**Свинец.**Это мягкий металл синевато-серого цвета, быстро тускнеющий на воздухе. ГОСТ 3778-56 устанавливает шесть марок свинца: СО (99,992% свинца), С1, С2, СЗ, СЗСу, С4 (99,60% свинца). Свинец хорошо отливается и прокатывается. Из для перекачки кислот, для производства аккумуляторов и т. д. Свинец - очень хорошая защита от рентгеновских лучей.

**Алюминий.** Алюминий - мягкий металл белого цвета. Он добывается путем электролиза из алюминиевой руды - бокситов и хорошо поддается прокатке и ковке. Особенностями алюминия являются легкость, хорошая электропроводность (60% электропроводности меди) и высокая коррозийная стойкость.

По ГОСТ 3549-55 алюминий выпускается нескольких марок. Самой высокой по чистоте является марка АВ0000, содержащая 99,996% алюминия. Из алюминия изготовляют провода, кабели, змеевики (испарители) в холодильниках и т. д. Окислы алюминия безвредны.

**Магний.** Магний - самый леший металл из всех применяемых в технике (удельный вес его 1,74). Он легко воспламеняется и при его горении возникает высокая температура. Наиболее •опасны в этом отношении порошок, тонкая лента, мелкая стружка и т. п. Механические свойства магния низкие, поэтому он находит ограниченное применение в технике. В литейном деле из магния выплавляют высокопрочный магниевый чугун. Чаще всего магний используют в виде сплавов с алюминием, цинком. ГОСТ 804-62 устанавливает две марки магния: Mgl (99,92% магния) и Mg2 (99,85% магния).

**Титан.** Это металл серебристо-белого цвета, тугоплавкий (плавится при 1725° С) и легкий, стойкий на воздухе и даже в атмосфере морского климата.

По распространенности титан занимает четвертое место среди конструкционных металлов, уступая лишь алюминию, железу и магнию. Прочность его вдвое больше, чем у железа, и почти в шесть раз больше, чем у алюминия. Ценными свойствами титана являются его высокие химическая и коррозийная стойкость.

Титан обладает высокой пластичностью. Он хорошо куется, легко прокатывается в листы, ленты и даже в фольгу.

Наибольшее применение титан находит в виде сплавов для изготовления лопастей газовых турбин и производства жаропрочных сталей.

**Медные сплавы.**Важнейшими сплавами на основе меди яв­ляются латунь и бронза.

**Латунь** - это сплав меди с цинком. Кроме цинка, латунь содержит и другие элементы, но в меньшем, чем цинк, количестве. Латунь маркируют буквой Л, за которой стоят цифры, указывающие на содержание меди, например латунь марки Л80 состоит из 80% меди и 20% цинка. Если в латунь вводится 1% свинца, то она будет обозначаться ЛС59-1 и содержать 59% меди, 40% цинка и 1% свинца.

Латуни обладают высокой коррозийной стойкостью, пластичностью, легко поддаются прокатке, ковке и вытяжке.

В технике находят применение латуни, содержащие от 10 до 42% цинка.

В зависимости от назначения латуни могут быть обрабатываемыми давлением, литейными и специальными. Химический состав некоторых марок латуней приведен в таблице:

**Химический состав латуней, % (ГОСТ 1019-47)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование | Марка латуни | Cu | Pb | Al | Zn | Sn | Примеси |
| Латуни, обрабатываемые давлением | | | | | | | |
| Томпак | Л96 | 95,0-97,0 | 0,03 | - | Остальное | - | 0,017 |
| Латунь | Л68 | 67,0-70,0 | 0,03 | - | - | 0,11 |
| Литейные латуни | | | | | | | |
| Железесто-алюминевая латунь | ЛА60-1-1Л | 58,0-61,0 | - | 0,75-1,5 | Остальное | 0,2-0,7 | 0,70 |
| Кремнисто-свинцовистая латунь | ЛКС80-3-3 | 79,0-81,0 | 2,0-4,0 | 2,5-4,5Si | - | 2,0 |
| Специальные латуни | | | | | | | |
| Алюминиево-никелевая латунь | ЛА59-3-2 | 57,0-60,0 | - | 2,5-3,%0 | остальное | 2,0-3,0 | 0,9N |

Латуни, обрабатываемые давлением, используют для радиаторных трубок, прокладок, труб и т. д. Из литейных латуней изготовляют червячные винты, зубчатые колеса, подшипники и т. д. Специальные латуни, обладающие более высокими механическими свойствами, чем литейные латуни, применяют для изготовления химически стойких деталей, конденсаторных трубок и водяной арматуры. Латунные изделия, получаемые холодной обработкой (наклеп), для смягчения и пластичности подвергают отжигу рекристаллизации на 350-450° С.

**Бронза** - это сплав меди с оловом, свинцом, алюминием и другими элементами. Название бронзы зависит от второго компонента. Важнейшими из бронз являются оловянистые, свинцовистые, алюминиевые и кремнистые.

Бронзы маркируют следующим образом: сначала пишут буквы Бр., означающие бронзу, затем буквы, показывающие, какие элементы введены в бронзу, и далее цифры, указывающие на содержание этих элементов в процентах. Например, бронза марки Бр.ОЦС6-6-3 означает, что в ней содержится 6% олова, 6% Цинка, 3%. свинца и остальные (85%) медь. 62

**Оловянистые бронзы**обладают хорошими литейными свойствами, коррозийной стойкостью и высокими антифрикционными свойствами, т. е. хорошо сопротивляются износу и трению. Оловянистые бронзы в основном применяют для деталей, работающих на трение, - подшипников скольжения, червячных колес и т. п. Химический состав оловянистых бронз приведен в таблице:

**Химический состав оловянистых бронз, %**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Марка бронзы | Основные компоненты | | | | | Примеси | |
| Sn | P | Zn | Pb | Cu | Fe | Pb |
| Бронзы, обрабатываемые давлением (ГОСТ 5017-49) | | | | | | | |
| Бр.ОФ6,5-0,15 | 6-7 | 0,1-0,25 | - | - | Остальное | 0,02 | 0,02 |
| Бр.ОЦС4-4-2,5 | 3-5 | - | 3,0-5,0 | 1,5-3,5 | 0,05 | - |
| Литейные бронзы (ГОСТ 613-50) | | | | | | | |
| Бр.ОЦС6-6-3 | 5-7 | - | 5,5-6,8 | - | Остальное | - | - |
| Бр.ОЦСН3-7-5-1 | 2,5-4,5 | - | 6,5-7,5 | 4,6-5,4 | 0,8-1,2Ni | - | - |

Олово - дорогой металл, поэтому в основном применяют бронзы, в которых олово заменяют алюминием, кремнием, марганцем и другими элементами.

**Алюминиевые бронзы**содержат до 10% алюминия. Они обладают прочностью, высокими антифрикционными и технологическими свойствами, устойчивостью в атмосферных условиях и морской воде. Введение в алюминиевую бронзу железа, марганца и других элементов еще больше повышает ее механические свойства. Химический состав специальных бронз, например Бр. АЖН10-4-4, следующий: алюминия - 9,5-11,0%; марганца 3,5- 5,5%; железа - 3,5-5,5%; остальное - медь.

Алюминиевые бронзы применяют как антифрикционный материал, изготовляя из них подшипники, втулки, червячные колеса и т. д.

**Кремнистые бронзы**содержат 2-3% кремния. Они обладают высокими литейными свойствами и коррозийной стойкостью. Из таких бронз изготовляют пружинящие детали, проволоку, ленту и т. д.

**Никелевые бронзы,**обладают высокой вязкостью и кислотостойкостью, сохраняют механические свойства даже при повышенных температурах.

**Бериллиевые бронзы**(2% бериллия) обладают исключительно высокими свойствами - хорошо упрочняются термической обработкой, имеют предел прочности σь= 130-150 кгс/мм2и твердость НВ370-400. Бериллиевые бронзы применяют, например, для изготовления ударного инструмента, зубил, молотков, не дающих при ударе искр. Пружины из бериллиевой бронзы выдерживают до 25 млн. колебаний, в то время как стальные закаленные пружины в таких же условиях разрушаются после 3 млн. колебаний.

**Алюминиевые сплавы.**Они получаются добавкой к алюминию меди, цинка, магния, кремния, марганца и других компонентов. Такие сплавы имеют небольшой удельный вес и высокие механические свойства.

Алюминиевые сплавы разделяются на деформируемые и литейные.

**Деформируемые сплавы**, упрочняемые термической обработкой, могут быть следующих марок: АК6, АК8, АК2, АК4. Они обладают высокой прочностью и пластичностью, поэтому из них изготовляют полуфабрикаты ковкой, прокаткой и прессованием. Сплавы АК2 и АК4 содержат никель и являются жаропрочными. Они применяются после термической обработки для изготовления поршней, головок цилиндров, работающих при повышенных температурах.

К деформируемым алюминиевым сплавам, упрочняемым термической обработкой, относится также дюралюминий марок Д1, Д6, Д16, Д18. Дюралюминий выпускается в виде листов, прессованных и катаных профилей, прутков и штамповок. Сплав Д18 применяют для заклепок, так как он может расклепываться в любое время после старения.

Для повышенной коррозийной стойкости дюралюминий покрывается (плакируется) чистым алюминием. Плакированием называют горячую прокатку слитков дюралюминия вместе с листами чистого алюминия.

Химический состав деформируемых алюминиевых сплавов приведен в таблице:

**Химический состав деформируемых алюминиевых сплавов, % (ГОСТ 4784-49)**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Марка сплава | Основные компоненты | | | | Прочие компоненты | Al |
| Mg | Si | Mn | Cu |
| АМц | - | - | 1,0-1,6 | - | - | Остальное |
| АМг | 2,0-2,8 | - | 0,15-0,40 | - | - |
| Д1 | 0,4-0,8 | - | 0,4-0,8 | 3,8-4,8 | - |
| Д6 | 0,65-1,0 | - | 0,5-1,0 | 4,6-5,2 | - |
| Д16 | 1,2-1,8 | - | 0,3-0,9 | 3,8-4,9 | - |
| Д18 | 0,2-0,5 | - | - | 2,2-3,0 | - |
| АК4 | 1,4-1,8 | 0,5-1,2 | - | 1,9-2,5 | 1,0-1,5Ni  1,1-1,6Fe |
| АК8 | 0,4-0,8 | 0,6-1,2 | 0,4-1,0 | 3,9-4,8 | - |

Сплавы АМц и АМг термическому упрочнению не подвергают. Из них изготовляют трубопроводы и сварные масляные резервуары.

**Литейные алюминиевые сплавы** почти не стареют естественно. Их прочностные свойства повышаются искусственным старением.

Из литейных сплавов наибольшее распространение получили силумины - сплавы алюминия с кремнием.

Силумины обладают высокими механическими свойствами и большой жидкотекучестью, позволяющей отливать сложные и тонкостенные детали. Химический состав некоторых марок алюминиевых литейных сплавов дан в таблице:

**Химический состав алюминиевых литейных сплавов, % (ГОСТ 2685-53)**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Марка сплава | Основные компоненты | | | | Прочие компоненты | Al |
| Mg | Si | Mn | Cu |
| Ал2 | - | 10,0-13,0 | - | - | - | Остальное |
| АЛ3 | 0,2-0,8 | 4,0-6,0 | 0,2-0,8 | 1,5-3,5 | - |
| АЛ4 | 0,17-0,30 | 8,0-10,5 | 0,25-0,5 | - | - |
| АЛ5 | 0,35-0,60 | 4,5-5,5 | - | 1,0-1,5 | - |
| АЛ9 | 0,2-0,4 | 6,0-8,0 | - | - | - |

**Магниевые сплавы.**Подобно алюминиевым магниевые сплавы подразделяются на деформируемые и литейные. Прочность и пластичность магниевых сплавов ниже, чем у алюминиевых. Удельный вес магниевых сплавов-1,74. Характерной особенностью термообработки магниевых сплавов является длительная выдержка их при закалке и отпуске. Деформируемые магниевые сплавы марок МА1, МА2, МА5, МА8 применяют для изготовления высоконагруженных деталей самолетов, а литейные сплавы марок МЛ2, МЛЗ, МЛ4, МЛ5 - для изготовления деталей двигателей, корпусов приборов, колодок колесных тормозов автомобилей и корпусов фотокамер. Химический состав магниевых сплавов приведен в таблице:

**Химический состав магниевых сплавов**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Марка сплава | Основные компоненты | | | | |
| А1 | Zn | Мn | Si | Mg |
| Литейные сплавы (ГОСТ2856-55) | | | | | |
| МЛ1  МЛ2  МЛЗ  МЛ4  МЛ6 | -  -  2,5-3,5  5,0-7,0  9,0-10,2 | -  -  0,5-1,5  2,0-3,0  0,6-1,2 | -  1,0-2,0  0,15-0,5  0,15-0,5  0,1-0,5 | 1,0-1,5  -  -  -  - | остальное |
| Деформируемые сплавы (АМТУ 371-56) | | | | | |
| МА2  МАЗ  МА4  МА5 | 3,0-4,0  5,5-7,0  6,5-8,0  7,8-9,2 | 0,2-0,8  0,5-1,5  2,5-3,5  0,2-0,3 | 0,15-0,5  0,15-0,5  0,15-0,5  0,15-0,5 | -  -  -  - |  |

**Антифрикционные (подшипниковые) сплавы.**Антифрикционными называют сплавы, из которых изготовляют подшипники и трущиеся детали, применяя для этого баббиты, бронзы, антифрикционные чугуны, цинковые сплавы и другие материалы, предохраняющие трущиеся детали, например валы, от износа и создающие необходимые условия для смазки.

Наибольшее применение для изготовления подшипников находят оловянистые бронзы Бр.ОЦС4-4-2,5 и Бр.ОФ6,5-0,15, обладающие низким коэффициентом трения.

В целях экономии дорогостоящих оловянистых бронз для изготовления втулок, заливки вкладышей и подшипников используют цинковые сплавы ЦАМ10-5 и ЦАМЭ-1,5. По ГОСТ 7117 - 54 сплав ЦАМ10-5 содержит 9,0-12% алюминия, 4,0-5,5°/о меди, 0,03-0,06% магния и остальное - цинк.

В качестве антифрикционных сплавов для подшипников можно применять и пористые металлокерамические материалы на основе железомеднографитовых порошковых смесей (1,0-1,5% меди, 0,9-1,1°/о графита и остальное - железо).

Обычно из этих сплавов изготовляют втулки и вкладыши прессованием порошковых смесей и последующим спеканием при температуре 1100-1150° С. Такие втулки имеют от 15 до 30% тончайших, соединенных между собой пор. После пропитки машинным маслом втулки становятся самосмазывающимися. Они применяются в текстильных хлопкоуборочных и швейных машинах, в которых смазка подшипников невозможна из-за загрязнения тканей, хлопка и т. п. 66

Большую группу подшипниковых сплавов составляют баббиты. Они обладают высокой пластичностью, хорошей прирабатываемостью и низким коэффициентом трения. Высокие антифрикционные свойства их связаны с особой структурой - твердыми кристалликами в мягкой основе.

Баббиты маркируют следующим образом (ГОСТ 1320-55): Б89, Б83 и т. д. Буква Б указывает, а название сплава, а цифра - на среднее содержание в нем олова. Химический состав баббитов и их назначение приведены в таблице:

**Химический состав (%) и назначение баббитов (ГОСТ 1320-55)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Марка сплава | Sb | Cu | Cd | Sn | Pb | Прочие элементы | Назначение |
| Б83 | 10-12 | 5,5-6,5 | - | Остальное | - | - | Для турбин, турбокомпрессоров и т.д. |
| Б16 | 15-17 | 1,5-2,0 | - | 15-17 | Остальное | - | Для электродвигателей и прокатных станов |
| СОС6-6 | 5,5-6,5 | 0,3 | - | 5,5-6,5 | - | Для вкладышей подшипников автомобилей |

Свинцовый баббит С0С6-6 имеет высокие эксплуатационные качества и в настоящее время является основным материалом, из которого изготовляют подшипники для двигателей легковых и грузовых автомобилей.

Для деталей, работающих с повышенным удельным давление ем, например рессорных втулок автомобилей, часто применяют антифрикционный ковкий чугун. Отожженный ковкий чугун обычно состоит из 2,5-2,75% углерода; 1,0-1,2% кремния,. 0.45-0,55% марганца; 0,06% хрома; 0,12-0,17% фосфора и 0,15-0,17% серы.