**Цветные металлы и сплавы**

На долю цветных металлов приходится всего лишь 5 % мирового производства металлов. Это объясняется их небольшим содержанием в земной коре, малым содержанием в рудах, а также сложностью производства.

В строительстве из цветных металлов и сплавов изготовляют легкие конструктивные элементы, теплообменные аппараты, электрооборудование, химически- и огнестойкие конструкции и т. д. Большое количество цветных металлов и их сплавов используют в строительных машинах, оборудовании и инструментах. Широко применяемые цветные металлы называют *техническими*. К ним относятся медь, алюминий, магний, титан, никель, свинец, цинк, олово. Остальные цветные металлы относятся к редким. В чистом виде цветные металлы применяют редко, чаще – в виде сплавов. Большое распространение получили медные сплавы: латуни и бронзы.

*Латунь* – это сплав меди с цинком. Кроме двухкомпонентной латуни в промышленности применяют сплавы, содержащие Al, Pb, Ni, Sn, Mn. Латуни в зависимости от химического состава подразделяются на марки: томпак Л96 и Л90 (88–97% *Cu*), полутомпак Л80 и Л85 (79–86 % *Cu*), латунь Л62, Л68 и Л70 (цифры 62, 68 и 70 показывают содержание меди, %), алюминиевая латунь ЛА77-2, марганцовистая латунь ЛМц58-2, железомарганцовистая ЛЖМц59-1-1 и никелевая латунь ЛН65-5.

*Бронза* – это сплав меди с оловом, марганцем, алюминием, никелем, кремнием, бериллием и другими элементами. Бронза маркируется буквами Бр, а далее следуют буквы и цифры, показывающие содержание легирующих элементов. Содержание меди определяется по разности между 100 % и общим процентным содержанием остальных элементов. Например, бронза марки БрОЦС 8-4-3 содержит 8 % Sn, 4 % Zn, 3 % Pb и 85 % Cu. Различают бронзы оловянистую (устойчива против действия атмосферы, морской воды, растворов солей и кислот), алюминиевую (очень прочна, химически стойка, обладает антифрикционными свойствами), кремнистую (хорошо работает в условиях трения и высокой температуры) и бериллиевую (искробезопасна).

*Алюминий* – один из распространенных металлов в земной коре. Мировое производство алюминия с каждым годом все больше увеличивается. Применение алюминия и его сплавов наиболее эффективно при возведении легких конструкций зданий и сооружений, конструкций, подверженных действию агрессивной коррозионной среды, а также конструкций и изделий, к внешнему виду которых предъявляются повышенные требования – элементы выставочных павильонов, рамы и переплеты высотных зданий и т. п.

Предел прочности чистого алюминия составляет 10 МПа, а некоторых конструкционных алюминиевых сплавов доходит до 62 МПа. Плотность алюминия и его сплавов составляет 2,65–2,85, а стали 7,85 г/см3, т.е. алюминий легче стали почти в 3 раза. Модуль упругости алюминия небольшой – 0,71-105 МПа, т.е. в три раза меньше, чем стали (2,1∙105МПа). Это значит, что деформации алюминиевых конструкций при прочих равных условиях будут значительно превышать деформации стальных конструкций. Алюминий и его сплавы имеют более высокий температурный коэффициент линейного расширения (22∙106), чем сталь (11,8∙10-6).

На воздухе поверхность алюминия быстро теряет металлический блеск, покрываясь тонкой и прочной защитной пленкой, состоящей из окиси алюминия. Защитная пленка предохраняет метал ;) от дальнейшего окисления, обладает хорошей коррозионной стойкостью во многих средах.

Алюминиевые сплавы при низких температурах сохраняют свои основные механические свойства (временное сопротивление, предел текучести, относительное удлинение). Алюминий и его сплавы при пластической деформации упрочняются за счет наклепа. Многие алюминиевые сплавы подвергаются термообработке для придания им высоких механических свойств. Термическая обработка обычно состоит из закалки и естественного или искусственного старения.



*Искусственным старением* называется нагрев закаленного алюминиевого сплава до температуры, не превышающей 150°С, с выдержкой при этой температуре в течение нескольких часов. В этом случае происходит упрочнение сплава в результате изменения внутреннего его строения: предел прочности, предел текучести и твердость сплава увеличиваются, а пластичность уменьшается. *Естественным старением* называется пения закаленного алюминиевого сплава при комнатой температуре (20°С) в течение длительного времени (нескольких дней и даже лет).

Скорость старения зависит от температуры. При отрицательных температурах процесс старения замедлятся, при –50°С оно прекращается. Повышение температуры нагрева приводит к ускорению процесса старения; максимальная прочность после старения будет тем ниже, чем выше температура нагрева. Как можно видеть из рис. 11.21., при температурах нагрева выше 150°С во время старения наблюдается разупрочнение с увеличением времени выдержки.

Алюминий и его нетермообрабатываемые сплавы свариваются  аргонно-дуговой, газовой, электродуговой и электроконтактной сваркой.

Все алюминиевые сплавы можно разделить на две основные группы: деформируемые и литейные (рис. 11.22). Деформируемые сплавы подразделяются на сплавы, упрочняемые и не упрочняемые термической обработкой. Деформируемые сплавы хорошо подвергаются прессованию, прокатке, гибке, вальцовке.

Термической обработкой не упрочняются однофазные сплавы, состоящие из однородного твердого раствора. Эти сплавы характеризуются большей, чем у алюминия, прочностью и высокой пластичностью. Упрочняют такие сплавы нагартовкой (наклепом). Из деформируемых не упрочняемых термообработкой сплавов наибольшее распространение нашли сплавы алюминия с марганцем и алюминия с магнием. Деформируемые не упрочняемые термообработкой алюминиево-магниевые сплавы (магналии) типа АМг содержат 0,5–6,8% магния – AMгl, АМг2, АМг3, АМг4, АМг5, АМг6. В этих сплавах содержится также марганец (0,2–0,8%) и примеси кремния, железа, меди и цинка (менее 0,1–0,5% каждого). Магний повышает прочность сплава, а примеси железа и кремния ухудшают его свойства. Медь увеличивает прочностные показатели, но уменьшает коррозионную стойкость. Сплавы АМг4, АМг5 и АМг6 содержат также 0,02–0,1 % титана и 0,0002–0,005% бериллия. Ванадий, титан, марганец, хром вводятся для измельчения зерна и увеличения прочности сплавов. Особенно увеличивают прочность сплава совместно присутствующие в нем титан и бериллий.

Сплавы алюминия с магнием имеют высокую сопротивляемость коррозии и хорошую свариваемость. Алюминиево-магниевые сплавы применяют обычно при температуре не выше 150 °С, так как прочность их значительно уменьшается с повышением температуры.

Деформируемые не упрочняемые термической обработкой сплавы системы Al–Mn содержат 1–1,6% марганца (АМц). Примесями в этих сплавах являются железо и кремний. Железо образует хрупкое химическое соединение в сплаве, снижающее пластические свойства. Кремний является положительной примесью, так как связывает железо в более пластичные химические соединения. Алюминиево-марганцевые сплавы обладают высокой коррозионной стойкостью, хорошей свариваемостью и большей, чем у чистого алюминия, прочностью, но меньшей, чем у магналия. Прочность сплавов увеличивается при нагартовке почти в два раза.

Упрочнение термической обработкой деформируемых сплавов основано на изменении растворимости химических соединений в твердом алюминиевом растворе. К упрочняемым термической обработкой деформируемым сплавам относятся сплавы алюминия с магнием и кремнием, алюминия с медью и магнием. Эти сплавы имеют более высокую прочность, чем нетермоупрочняемые сплавы типа АМг и АМц.

Сплавы системы А1–Сu–Mg называются дуралюминами. Для упрочнения они подвергаются закалке при температуре 500 °С и естественному старению при комнатной температуре в течение 5–7 дней. Для повышения коррозионной стойкости дуралюмины плакируют чистым алюминием. Наибольшей прочностью обладают дуралюмины после закалки и старения.

Деформируемые термоупрочняемые сплавы системы Al–Mg–Si отличаются высокой технологичностью, хорошей коррозионной стойкостью, достаточно высокими прочностными характеристиками, способностью к цветному анодированию, эмалированию.

*Литейные сплавы* алюминия характеризуются наличием в структуре эвтектики, повышающей их жидкотекучесть и другие литейные свойства. Увеличение количества эвтектики в структуре сплава выше 10–15% по объему ухудшает механические и некоторые технологические свойства. Поэтому количество эвтектики в литейных сплавах ограничивают. Наибольшее распространение имеют литейные сплавы системы Al–Si *силумины* с содержанием 10–13% кремния (AЛ2) и 4 –10% кремния (АЛ4, АЛ5, АЛ6, АЛ9). Для повышения механических свойств силумины легируют магнием, медью, марганцем, влияние которых наиболее сильно сказывается после термической обработки (закалки и старения или только закалки).

Содержание меди в силуминах допускается не более 3%, так как большее ее количество приводит к снижению пластичности и коррозионной стойкости. Железо является вредной примесью в силуминах, так как с кремнием оно образует соединения, снижающие механические свойства сплава. Для ослабления влияния железа в силумины вводят не более 0,5 % марганца. Для измельчения структуры силумина добавляют титан, а против окисления – бериллий.

Более эффективно, чем при термической обработке, повышаются механические свойства силуминов за счет их модифицирования в жидком состоянии незначительными добавками натрия или других модификаторов. Модификаторы затрудняют кристаллизацию кремния и приводят к измельчению структуры.

*Магний* – самый легкий из всех применяемых в технике металлов, его плотность 1,74 г/см3, температура плавления 650° С. В литом состоянии предел прочности b=100–120 МПа, пластичность = 3,6%. Чистый магний имеет малую устойчивость против коррозии. В промышленности магний используется в виде сплавов с алюминием, марганцем, цинком и другими металлами. Все магниевые сплавы хорошо обрабатываются резанием и имеют сравнительно высокую прочность (b= 200–400 МПа, =6–20%).

*Титан* обладает высокими механическими характеристиками при малой плотности. У технически чистого титана b= 450–650 МПа, =15–30 %. Плотность титана 4,5 г/см3, температура плавления 1660°С. Титан практически не корродирует в атмосфере, пресной и морской воде. Он устойчив против кислотной и газовой коррозии до температуры 350°С. Технический титан применяют как коррозионно-стойкий материал. Например, обелиск в честь покорения космоса в Москве облицован листами из чистого титана.

Титановые сплавы применяют для несущих конструкций. Обязательный компонент титановых сплавов – алюминий. В сплавах его содержится до 6,5%. Титан с алюминием образует твердый раствор замещения, прочность которого выше прочности титана. Кроме того, алюминий повышает коррозионную стойкость титана. Из других элементов в состав титановых сплавов вводят чаще других марганец, хром, молибден, ванадий.