**Сплавы цветных металлов**

**1. Цветные металлы и сплавы, их свойства и назначение**

Ценные свойства цветных металлов обусловили их широкое применение в различных отраслях современного производства. Медь, алюминий, цинк, магний, титан и другие металлы и их сплавы являются незаменимыми материалами для приборостроительной и электротехнической промышленности, самолетостроения и радиоэлектроники, ядерной и космической отраслей техники. **Цветные металлы**обладают рядом ценных свойств: высокой теплопроводностью, очень малой плотностью (алюминий и магний), очень низкой температурой плавления (олово, свинец), высокой коррозионной стойкостью (титан, алюминий). В различных отраслях промышленности широко применяются сплавы алюминия с другими легирующими элементами.

Сплавы на магниевой основе отличаются малой плотностью, высокой удельной прочностью, хорошо обрабатываются резанием. Они нашли широкое применение в машиностроении и в частности в авиастроении.

Техническая медь, содержащая не более 0,1 % примесей, применяется для различных видов проводников тока.

**Медные сплавы**по химическому составу классифицируются на латуни и бронзы. В свою очередь **латуни**по химическому составу подразделяются на простые, легированные только цинком, и специальные, которые, помимо цинка, содержат в качестве легирующих элементов свинец, олово, никель, марганец.

**Бронзы**также подразделяются на оловянные и безоловянные. **Безоловянные бронзы**имеют высокую прочность, хорошие антикоррозионные и антифрикционные свойства.

В металлургии широко используется магний, с помощью которого осуществляют раскисление и обессеривание некоторых металлов и сплавов, модифицируют серый чугун с целью получения графита шаровидной формы, производят трудно восстанавливаемые металлы (например, титан), смеси порошка магния с окислителями служат для изготовления осветительных и зажигательных ракет в реактивной технике и пиротехнике. Свойства магния значительно улучшаются за счет легирования. Алюминий и цинк с массовой долей до 7 % повышают его механические свойства, марганец улучшает его сопротивление коррозии и свариваемость, цирконий, введенный в сплав вместе с цинком, измельчает зерно (в структуре сплава), повышает механические свойства и сопротивление коррозии.

Из магниевых сплавов изготавливают фасонные отливки, а также полуфабрикаты – листы, плиты, прутки, профили, трубы, проволоки. Промышленный магний получают электролитическим способом из магнезита, доломита, карналлита, морской воды и отходов различного производства по схеме получение чистых безводных солей магния, электролиз этих солей в расплавленном состоянии и рафинирование магния. В природе мощные скопления образуют карбонаты магния – магнезит и доломит, а также карналлиты.

В пищевой промышленности широко применяется упаковочная фольга из алюминия и его сплавов – для обертки кондитерских и молочных изделий, а также в больших количествах используется алюминиевая посуда (пищеварочные котлы, поддоны, ванны и т. д.).

**2. Медные сплавы**

Медь относится к числу металлов, известных с глубокой древности. Раннему знакомству человека с медью способствовало то, что она встречается в природе в свободном состоянии в виде самородков, которые иногда достигают значительных размеров. В настоящее время медь широко используется в электромашиностроении, при строительстве линий электропередач, для изготовления оборудования телеграфной и телефонной связи, радио—и телевизионной аппаратуры. Из меди изготовляют провода, кабели, шины и другие токопроводящие изделия. Медь обладает высокой электропроводностью и теплопроводностью, прочностью вязкостью и коррозионной стойкостью. Физические свойства ее обусловлены структурой. Она имеет кубическую гранецентрированную пространственную решетку. Ее температура плавления – +1083 °C, кипения – +2360 °C. Средний предел прочности зависит от вида обработки и составляет от 220 до 420 МПа (22–45 кгс/мм 2), относительное удлинение – 4—60 %, твердость – 35—130 НВ, плотность – 8,94 г/см 3. Обладая замечательными свойствами, медь в то же время как конструкционный материал не удовлетворяет требованиям машиностроения, поэтому ее легируют, т. е. вводят в сплавы такие металлы, как цинк, олово, алюминий, никель и другие, за счет чего улучшаются ее механические и технологические свойства. В чистом виде медь применяется ограниченно, более широко – ее сплавы. По химическому составу медные сплавы подразделяют на латуни, бронзы и медноникелевые, по технологическому назначению – на деформируемые, используемые для производства полуфабрикатов (проволоки, листа, полос, профиля), и литейные, применяемые для литья деталей.

**Латуни**– сплавы меди с цинком и другими компонентами. Латуни, содержащие, кроме цинка, другие легирующие элементы, называются сложными, или специальными, и именуются по вводимым, кроме цинка, легирующим компонентам. Например: томпак Л90 – это латунь, содержащая 90 % меди, остальное – цинк; латунь алюминиевая ЛА77–2 – 77 % меди, 2 % алюминия, остальное – цинк и т. д. По сравнению с медью латуни обладают большой прочностью, коррозионной стойкостью и упругостью. Они обрабатываются литьем, давлением и резанием. Из них изготовляют полуфабрикаты (листы, ленты, полосы, трубы конденсаторов и теплообменников, проволоку, штамповки, запорную арматуру – краны, вентили, медали и значки, художественные изделия, музыкальные инструменты, сильфоны, подшипники).

Бронзы – сплавы на основе меди, в которых в качестве добавок используются олово, алюминий, бериллий, кремний, свинец, хром и другие элементы. Бронзы подразделяются на безоловянные (БрА9Мц2Л и др.), оловянные (БрО3ц12С5 и др.), алюминиевые (БрА5, БрА7 и др.), кремниевые (БрКН1–3, БрКМц3–1), марганцевые (БрМц5), бериллиевые бронзы (БрБ2, БрБНТ1,7 и др.). Бронзы используются для производства запорной арматуры (краны, вентили), различных деталей, работающих в воде, масле, паре, слабоагрессивных средах, морской воде.

**3. Алюминиевые сплавы**

Название «алюминий» происходит от латинского слова alumen – так за 500 лет до н. э. называли алюминиевые квасцы, которые использовались для протравливания при крашении тканей и дубления кож.

По распространенности в природе алюминий занимает третье место после кислорода и кремния и первое место среди металлов. По использованию в технике он занимает второе место после железа. В свободном виде алюминий не встречается, его получают из минералов – бокситов, нефелинов и алунитов, при этом сначала производят глинозем, а затем из глинозема путем электролиза получают алюминий. Механические свойства алюминия невысоки: сопротивление на разрыв – 50–90 МПа (5–9 кгс/мм 2), относительное удлинение – 25–45 %, твердость – 13–28 НВ.

Алюминий хорошо сваривается, однако трудно обрабатывается резанием, имеет большую линейную усадку – 1,8 % В чистом виде алюминий применяется редко, в основном широко используются его сплавы с медью, магнием, кремнием, железом и т. д. Алюминий и его сплавы необходимы для авиа—и машиностроения, линий электропередач, подвижного состава метро и железных дорог.

Алюминиевые сплавы подразделяются на литейные и деформируемые. Литейные сплавы алюминия выпускаются в чушках – рафинированные и нерафинированные.

Сплавы, в обозначении марок которых имеется буква «П», предназначены для изготовления пищевой посуды. Механические свойства сплавов зависят от их химического состава и способов получения. Химический состав основных компонентов, входящих в сплав, можно определить по марке. Например, сплав АК12 содержит 12 % кремния, остальное – алюминий; АК7М2П – 7 % кремния, 2 % меди, остальное – алюминий. Наиболее широко применяется в различных отраслях промышленности сплав алюминия с кремнием – силумин, который изготовляется четырех марок – СИЛ–00, СИЛ–0, СИЛ–1 и СИЛ–2. Кроме алюминия (основа) и кремния (10–13 %), в этот сплав входят: железо – 0,2–0,7 %, марганец – 0,05—0,5 %, кальций – 0,7–0,2 %, титан – 0,05—0,2 %, медь – 0,03 % и цинк – 0,08 %. Из силуминов изготовляют различные детали для автомобилей, тракторов, пассажирских вагонов. Алюминиевые деформируемые сплавы в чушках, предназначенные для обработки давлением и для подшик—товки при получении других алюминиевых сплавов, нормируются определенными стандартами. Сплавы для обработки давлением состоят из алюминия (основа), легирующих элементов (медь – 5 %, магний – 0,1–2,8 %, марганец – 0,1–0,7 %, кремний – 0,8–2,2 %, цинк – 2–6,5 % и небольшого количества других примесей). Марки этих сплавов: ВД1, АВД1, АВД1–1, АКМ, из алюминиевых сплавов изготавливают полуфабрикаты – листы, ленты, полосы, плиты, слитки, слябы.

Кроме того, цветная металлургия производит алюминиевые антифрикционные сплавы, применяемые для изготовления монометаллических и биметаллических подшипников методом литья. В зависимости от химического состава стандартом предусмотрены следующие марки этих сплавов: АО3–7, АО9–2, АО6–1, АО9–1, АО20–1, АМСТ. Стандартом также определены условия работы изделий, изготовленных из этих сплавов: нагрузка от 19,5 до 39,2 МН/м2 (200–400 кгс/см 2), температура от 100 до 120 °C, твердость – от 200 до 320 НВ.

**4. Титановые сплавы**

**Титан**– металл серебристо—белого цвета. Это один из наиболее распространенных в природе элементов. Среди других элементов по распространенности в земной коре (0,61 %) он занимает десятое место. Титан легок (плотность его 4,5 г/см 3), тугоплавок (температура плавления 1665 °C), весьма прочен и пластичен. На поверхности его образуется стойкая окисная пленка, за счет которой он хорошо сопротивляется коррозии в пресной и морской воде, а также в некоторых кислотах. При температурах до 882 °C он имеет гексагональную плотно упакованную решетку, при более высоких температурах – объемно—центрированный куб. Механические свойства листового титана зависят от химического состава и способа термической обработки. Предел прочности его – 300—1200 МПа (30—120 КГС/мм 2), относительное удлинение – 4—10 %. Вредными примесями титана являются азот, углерод, кислород и водород. Они снижают его пластичность и свариваемость, повышают твердость и прочность, ухудшают сопротивление коррозии.

При температуре свыше 500 °C титан и его сплавы легко окисляются, поглощая водород, который вызывает охрупчивание (водородная хрупкость). При нагревании выше 800 °C титан энергично поглощает кислород, азот и водород, эта его способность используется в металлургии для раскисления стали. Он служит легирующим элементом для других цветных металлов и для стали.

Благодаря своим замечательным свойствам титан и его сплавы нашли широкое применение в авиа-, ракето—и судостроении. Из титана и его сплавов изготовляют полуфабрикаты: листы, трубы, прутки и проволоку. Основными промышленными материалами для получения титана являются ильменит, рутил, перовскит и сфен (титанит). Технология получения титана сложна, трудоемка и длительна: сначала вырабатывают титановую губку, а затем путем переплавки в вакуумных печах из нее производят ковкий титан.

**Губчатый титан,**получаемый магнийтермическим способом, служит исходным материалом для производства титановых сплавов и других целей. В зависимости от химического состава и механических свойств стандартом установлены следующие марки губчатого титана: ТГ–90, ТГ–100, ТГ–110, ТГ–120, ТГ–130. В обозначении марок буквы «ТГ» означают – титан губчатый, «Тв» – твердый, цифры означают твердость по Бринеллю. В губчатый титан входят примеси: железо – до 0,2 %, кремний – до 0,04 %, никель – до 0,05 %, углерод – до 0,05 %, хлор – до 0,12 %, азот – до 0,04 %, кислород – до 0,1 %. Для изготовления различных полуфабрикатов (листы, трубы, прутки, проволока) предназначены титан и титановые сплавы, обрабатываемые давлением. В зависимости от химического состава стандарт предусматривает следующие их марки: ВТ1–00, ВТ1–0, ОТ4–0, ОТ4–1, ОТ4, ВТ5, ВТ5–1, ВТ6, ВТ20, ВТ22, ПТ–7М, ПТ–7В, ПТ–1 м. Основные компоненты: алюминий – 0,2–0,7 %, марганец – 0,2–2 %, молибден – 0,5–5,5 %, ванадий – 0,8–5,5 %, цирконий – 0,8–3 %, хром – 0,5–2,3 %, олово – 2–3 %, кремний – 0,15—0,40 %, железо – 0,2–1,5 %. Железо, кремний и цирконий в зависимости от марки сплава могут быть основными компонентами или примесями.

**5. Цинковые сплавы**

Сплав цинка с медью – **латунь**– был известен еще древним грекам и египтянам. Но выплавка цинка в промышленных масштабах началась лишь в XVII в.

**Цинк**– металл светло—серо—голубоватого цвета, хрупкий при комнатной температуре и при 200 °C, при нагревании до 100–150 °C становится пластичным.

В соответствии со стандартом цинк изготовляется и поставляется в виде чушек и блоков массой до 25 кг. Стандарт устанавливает также марки цинка и области их применения: ЦВ00 (содержание цинка – 99,997 %) – для научных целей, получения химических реактивов, изготовления изделий для электротехнической промышленности; ЦВО (цинка – 99,995 %) – для полиграфической и автомобильной промышленности; ЦВ1, ЦВ (цинка – 99,99 %) – для производства отливок под давлением, предназначенных для изготовления деталей особо ответственного назначения, для получения окиси цинка, цинкового порошка и чистых реактивов; ЦОА (цинка 99,98 %), ЦО (цинка 99,975 %) – для изготовления цинковых листов, цинковых сплавов, обрабатываемых давлением, белил, лигатуры, для горячего и гальванического цинкования; Ц1С, Ц1, Ц2С, Ц2, Ц3С, Ц3 – для различных целей.

В промышленности широко применяются цинковые сплавы: латуни, цинковые бронзы, сплавы для покрытия различных стальных изделий, изготовления гальванических элементов, типографские и др. Цинковые сплавы в чушках для литья нормируются стандартом. Эти сплавы используются в автомобиле—и приборостроении, а также в других отраслях промышленности. Стандартом установлены марки сплавов, их химический состав, определены изготовляемые из них изделия:

1) ЦАМ4–10 – особо ответственные детали;

2) ЦАМ4–1 – ответственные детали;

3) ЦАМ4–1В – неответственные детали;

4) ЦА4О – ответственные детали с устойчивыми размерами;

5) ЦА4 – неответственные детали с устойчивым размерами.

**Цинковые антифрикционные сплавы,**предназначенные для производства монометаллических и биметаллических изделий, а также полуфабрикатов, методами литья и обработки давлением нормируются стандартом. Механические свойства сплавов зависят от их химического состава: предел прочности *?В* = 250–350 МПа (25–35 КГС/мм 2), относительное удлинение *?* = 0,4—10 %, твердость – 85—100 НВ. Стандарт устанавливает марки этих сплавов, области их применения и условия работы: ЦАМ9–1,5Л – отливка монометаллических вкладышей, втулок и ползунов; допустимые: нагрузка – 10 МПа (100 кгс/см 2), скорость скольжения – 8 м/с, температура 80 °C; если биметаллические детали получают методом литья при наличии металлического каркаса, то нагрузка, скорость скольжения и температура могут быть увеличены до 20 МПа (200 КГС/см 2), 10 м/с и 100 °C соответственно: ЦАМ9–1,5 – получение биметаллической ленты (сплав цинка со сталью и дюралюминием) методом прокатки, лента предназначена для изготовления вкладышей путем штамповки; допустимые: нагрузка – до 25 МПА (250 кгс/см 2), скорость скольжения – до 15 м/с, температура 100 °C; АМ10–5Л – отливка подшипников и втулок, допустимые: нагрузка – 10 МПа (100 КГС/см 2), скорость скольжения – 8 м/с, температура 80 °C.