**Тема: «Медь и ее сплавы»**

План

Латуни

Бронзы

Медь и ее сплавы

Цветные металлы являются более дорогими и дефицитными по сравнению с черными металлами, однако область их применения в технике непрерывно расширяется. Это сплавы на основе титана, алюминия, магния, меди.

Переход промышленности на сплавы из легких металлов значительно расширяет сырьевую базу. Титан, алюминий, магний можно получать из бедных и сложных по составу руд, отходов производства.

Медь имеет гранецентрированную кубическую решетку. Плотность меди 8,94 г/см3, температура плавления 1083oС.

Характерным свойством меди является ее высокая электропроводность, поэтому она находит широкое применение в электротехнике. Технически чистая медь маркируется: М00 (99,99 % Cu), М0 (99,95 % Cu), М2, М3 и М4 (99 % Cu).

Механические свойства меди относительно низкие: предел прочности составляет 150…200 МПа, относительное удлинение – 15…25 %. Поэтому в качестве конструкционного материала медь применяется редко. Повышение механических свойств достигается созданием различных сплавов на основе меди.

Различают две группы медных сплавов: *латуни* – сплавы меди с цинком, *бронзы* – сплавы меди с другими (кроме цинка) элементами.

Латуни.

Латуни могут иметь в своем составе до 45 % цинка. Повышение содержания цинка до 45 % приводит к увеличению предела прочности до 450 МПа. Максимальная пластичность имеет место при содержании цинка около 37 %.

При сплавлении меди с цинком образуется ряд твердых растворов image014(рис.21.2).

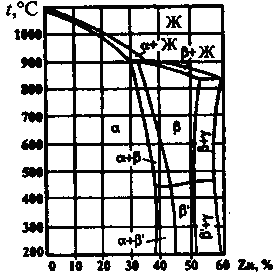


Рис.21.2. Диаграмма состояния медь – цинк

Из диаграммы состояния медь – цинк видно, что в зависимости от состава имеются однофазные латуни, состоящие из image016– твердого раствора, и двухфазные (image017) – латуни.

По способу изготовления изделий различают латуни деформируемые и литейные.

Деформируемые латуни маркируются буквой Л, за которой следует число, показывающее содержание меди в процентах, например в латуни Л62 содержится 62 % меди и 38 % цинка. Если кроме меди и цинка, имеются другие элементы, то ставятся их начальные буквы ( О – олово, С – свинец, Ж – железо, Ф – фосфор, Мц – марганец, А – алюминий, Ц – цинк). Количество этих элементов обозначается соответствующими цифрами после числа, показывающего содержание меди, например, сплав ЛАЖ60-1-1 содержит 60 % меди, 1 % алюминия, 1 % железа и 38 % цинка.

Однофазные image018– латуни используются для изготовления деталей деформированием в холодном состоянии. Изготавливают ленты, гильзы патронов, радиаторные трубки, проволоку.

Для изготовления деталей деформированием при температуре выше 500oС используют (image019) – латуни. Из двухфазных латуней изготавливают листы, прутки и другие заготовки, из которых последующей механической обработкой изготавливают детали. Обрабатываемость резанием улучшается присадкой в состав латуни свинца, например, латунь марки ЛС59-1, которую называют “автоматной латунью”.

Латуни имеют хорошую коррозионную стойкость, которую можно повысить дополнительно присадкой олова. Латунь ЛО70-1 стойка против коррозии в морской воде и называется “морской латунью“.

Добавка никеля и железа повышает механическую прочность до 550 МПа.

Литейные латуни также маркируются буквой Л, После буквенного обозначения основного легирующего элемента (цинк) и каждого последующего ставится цифра, указывающая его усредненное содержание в сплаве. Например, латунь ЛЦ23А6Ж3Мц2 содержит 23 % цинка, 6 % алюминия, 3 % железа, 2 % марганца.. Наилучшей жидкотекучестью обладает латунь марки ЛЦ16К4. К литейным латуням относятся латуни типа ЛС, ЛК, ЛА, ЛАЖ, ЛАЖМц. Литейные латуни не склонны к ликвации, имеют сосредоточенную усадку, отливки получаются с высокой плотностью.

Латуни являются хорошим материалом для конструкций, работающих при отрицательных температурах.

Бронзы

Сплавы меди с другими элементами кроме цинка называются *бронзами.*

Бронзы подразделяются на деформируемые и литейные.

При маркировке деформируемых бронз на первом месте ставятся буквы Бр, затем буквы, указывающие, какие элементы, кроме меди, входят в состав сплава. После букв идут цифры, показывающие содержание компонентов в сплаве. Например, марка БрОФ10-1 означает, что в бронзу входит 10 % олова, 1 % фосфора, остальное – медь.

Маркировка литейных бронз также начинается с букв Бр, затем указываются буквенные обозначения легирующих элементов и ставится цифра, указывающая его усредненное содержание в сплаве. Например, бронза БрО3Ц12С5 содержит 3 % олова, 12 % цинка, 5 % свинца, остальное – медь.

*Оловянные бронзы* При сплавлении меди с оловом образуются твердые растворы. Эти сплавы очень склонны к ликвации из-за большого температурного интервала кристаллизации. Благодаря ликвации сплавы с содержанием олова выше 5 % имеют в структуре эвтектоидную составляющую Э(image020), состоящую из мягкой и твердой фаз. Такое строение является благоприятным для деталей типа подшипников скольжения: мягкая фаза обеспечивает хорошую прирабатываемость, твердые частицы создают износостойкость. Поэтому оловянные бронзы являются хорошими антифрикционными материалами.

Оловянные бронзы имеют низкую объемную усадку (около 0,8 %), поэтому используются в художественном литье.

Наличие фосфора обеспечивает хорошую жидкотекучесть.

Оловянные бронзы подразделяются на деформируемые и литейные.

В *деформируемых бронзах* содержание олова не должно превышать 6 %, для обеспечения необходимой пластичности, БрОФ6,5-0,15.

В зависимости от состава деформируемые бронзы отличаются высокими механическими, антикоррозионными, антифрикционными и упругими свойствами, и используются в различных отраслях промышленности. Из этих сплавов изготавливают прутки, трубы, ленту, проволоку.

*Литейные оловянные бронзы,* БрО3Ц7С5Н1, БрО4Ц4С17, применяются для изготовления пароводяной арматуры и для отливок антифрикционных деталей типа втулок, венцов червячных колес, вкладышей подшипников.

*Алюминиевые бронзы,* БрАЖ9-4, БрАЖ9-4Л, БрАЖН10-4-4.

Бронзы с содержанием алюминия до 9,4 % имеют однофазное строение image021– твердого раствора. При содержании алюминия 9,4…15,6 % сплавы системы медь – алюминий двухфазные и состоят из image022– и image023– фаз.

Оптимальными свойствами обладают алюминиевые бронзы, содержащие 5…8 % алюминия. Увеличение содержания алюминия до 10…11 % вследствие появления image024– фазы ведет к резкому повышению прочности и сильному снижению пластичности. Дополнительное повышение прочности для сплавов с содержанием алюминия 8…9,5 % можно достичь закалкой.

Положительные особенности алюминиевых бронз по сравнению с оловянными:

* меньшая склонность к внутрикристаллической ликвации;
* большая плотность отливок;
* более высокая прочность и жаропрочность;
* меньшая склонность к хладоломкости.

Основные недостатки алюминиевых бронз:

* значительная усадка;
* склонность к образованию столбчатых кристаллов при кристаллизации и росту зерна при нагреве, что охрупчивает сплав;
* сильное газопоглощение жидкого расплава;
* самоотпуск при медленном охлаждении;
* недостаточная коррозионная стойкость в перегретом паре.

Для устранения этих недостатков сплавы дополнительно легируют марганцем, железом, никелем, свинцом.

Из алюминиевых бронз изготавливают относительно мелкие, но высокоответственные детали типа шестерен, втулок, фланцев литьем и обработкой давлением. Из бронзы БрА5 штамповкой изготавливают медали и мелкую разменную монету.

*Кремнистые бронзы*, БрКМц3-1, БрК4, применяют как заменители оловянных бронз. Они немагнитны и морозостойки, превосходят оловянные бронзы по коррозионной стойкости и механическим свойствам, имеют высокие упругие свойства. Сплавы хорошо свариваются и подвергаются пайке. Благодаря высокой устойчивости к щелочным средам и сухим газам, их используют для производства сточных труб, газо- и дымопроводов.

*Свинцовые бронзы*, БрС30, используют как высококачественный антифрикционный материал. По сравнению с оловянными бронзами имеют более низкие механические и технологические свойства.

*Бериллиевые бронзы*, БрБ2, являются высококачественным пружинным материалом. Растворимость бериллия в меди с понижением температуры значительно уменьшается. Это явление используют для получения высоких упругих и прочностных свойств изделий методом дисперсионного твердения. Готовые изделия из бериллиевых бронз подвергают закалке от 800oС, благодаря чему фиксируется при комнатной температуре пересыщенные твердый раствор бериллия в меди. Затем проводят искусственное старение при температуре 300…350oС. При этом происходит выделение дисперсных частиц, возрастают прочность и упругость. После старения предел прочности достигает 1100…1200 МПа.

***Контрольные вопросы:***

Охарактеризовать свойства меди.

Охарактеризовать латуни.

Охарактеризовать оловянные бронзы.

Охарактеризовать оловянные бронзы.

Охарактеризовать деформируемые бронзы.

Охарактеризовать кремнистые бронзы.

Охарактеризовать Бериллиевые бронзы.

Укажите недостатки алюминиевых бронз.

Перечислите преимущества алюминиевых бронз перед оловянными.

Укажите мероприятии для борьбы с недостатками алюминиевых бронз.

Сплавы на основе никеля

**Производство никеля**

План занятия

Производство никеля.

Технология производства никеля

Сульфидные медно-никелевые руды

Промышленное производство никеля, возникшее более 100 лет назад, за последнее время быстро увеличивается. В капиталлистических странах получено никеля в 1965 г. около 300 тыс.т, в 1970 г. 470 тыс.т, в настоящее время примерно 800 тыс. т. Никель – один из важнейших легирующих элементов в сталях. Он входит (вместе с другими легирующими элементами) в состав наиболее качественных конструкционных сталей, большинства марок нержавеющих, жаропрочных сталей. В технике широко применяют сплавы на никелевой основе: магнитные, высоко омического сопротивления и др. Для производства легированных сталей и никелевых сплавов расходуется около 80% никеля. Никель применяют также для антикоррозионных покрытий, как катализатор и т. д.

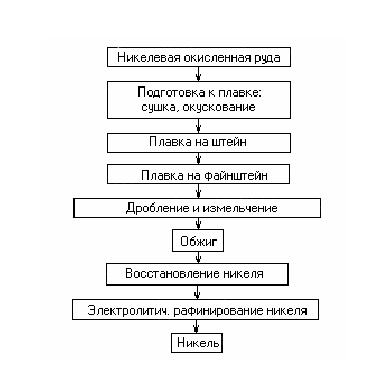
*Сырье для производства никеля*— окисленные никелевые или сульфидные медно-никелевые руды. В окисленных рудах никель находится в виде силикатов nNiO•SiO2-mMgO-SiO2"H2O; в этих рудах содержится 1— 7% никеля. В сульфидных рудах никель находится в виде NiS; в этих рудах 0,3—5,5% Ni, до 2,5% Си, часто содержится кобальт, а также платина, иридий и другие элементы платиновой группы.

***Технология производства никеля***из окисленных руд показана на схеме рис. 2.7. Окисленные руды, как правило,—рыхлые с большим содержанием глинистых веществ и влаги. Перед плавкой их измельчают, сушат и затем окусковывают путем брикетирования на прессах или агломерацией на ленточных машинах.

***Штейн***наиболее часто выплавляют в шахтных печах прямоугольного сечения (ширина 1,5 м, длина 10—15 *м,*высота 6 м) с воздушным дутьем через щелевидные фурмы. Шихта состоит из агломерата или брикетов руды, кокса, известняка СаСО3 и других материалов. Продуктом плавки является штейн (или роштейн) — сплав сульфидов никеля и железа (Ni3S2 и FeS), содержащий 12…30 % Ni, 45…60 % Fe, 17…23 % S, небольшое количество меди и кобальта.

***Плавку на файнштейн***производят путем продувки расплавленного штейна воздухом в конверторах, по устройству аналогичных конверторам Для получения черновой меди. Плавка делится на два периода. В первый период происходит окисление и удаление металлического железа. В конвертор заливают первую порцию расплавленного штейна, обычно 2…4 т (до 10 т), загружают флюс — кварцевый песок (SiO2) для ошлакования железа и ведут продувку 16…20 мин. Окисление и ошлакование железа происходит по следующей реакции: 2Fe+O2+SiO2=(FeO)2-SiO2+Q.

Образующийся шлак сливают, заливают новую порцию штейна, загружают флюс и продолжают продувку; эти операции повторяют несколько раз, постепенно увеличивая продолжительность продувки до 40…45 мин, по мере накопления обедненного железом штейна и заполнения емкости конвертора.

****

**Рис 2. 7. Схема производства никеля из окисленных руд**

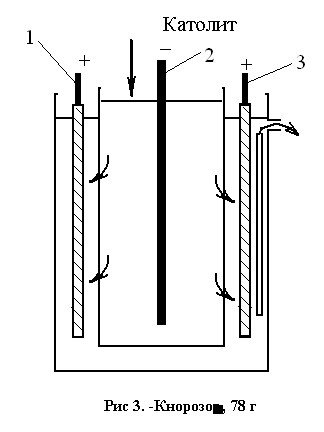
Во второй период продувки интенсивно окисляется сульфид железа по реакции 2FeS4-3O2+SiO2 — (FeO)2-•SiO2 + 2SO2. Продукт плавки — файнштейн (или белый никелевый штейн) —сплав сульфида никеля Ni3S2и никеля, который содержит 75—78% Ni (около 15% металлического), 20—23% S, небольшое количество кобальта, меди, железа.

*Окислительный обжиг файнштейна*производят для удаления серы и получения закиси никеля NiO по реакции 2Ni3S2 + 7O2 = 6NiO+4SO2.

До обжига файнштейн дробят и измельчают до 0,5 мм. Обжиг ведут сначала в многоподовых печах без затраты топлива (за счет горения серы), а затем в трубчатых вращающихся печах, отапливаемых мазутом или газом. В последнее время применяется прогрессивный обжиг в кипящем слое.

*Для восстановления никеля*проводят плавку в дуговых электрических печах (аналогичных сталеплавильным) емкостью 3,5—10 т. Восстановителем служит древесный уголь или нефтяной кокс, чистые по сере. Восстановление протекает аналогично прямому восстановление железа в доменной печи по итоговой реакции NiO +C=Ni+CO-Q.

В процессе плавки образуется и растворяется в жидком никеле карбид Ni3C. Для снижения углерода до 0,1—0,3% в конце плавки производят доводку присадками закиси никеля Ni3C + NiO=4Ni + CO. Для удаления серы в печь загружают известняк. Черновой никель содержит 99,2—99,6% (Ni-f-Co), 0,3—0,8% Fe, 0,04—0,4% Си. *Электролитическое рафинирование*никеля обычно проводят в бетонных ваннах, футерованных керамической плиткой. Аноды—литые пластины из чернового никеля (масса 250—360 кг), катоды — тонкие листы из рафинированного чистого никеля. В ванне устанавливают 30—35 катодов и 31—36 анодов. Электролит — водный раствор сульфата никеля NiSO4. При электролизе на катоде может выделяться не только никель, но также медь, кобальт и железо. Чтобы избежать этого, катоды помещают в ванне в плоских коробках — диафрагмах со стенками из брезента, хлорвиниловых и других тканей (рис. 2.8).

  
Рис. 2.8. Схема ячейки электролизной ванны: / — анод; *2*— катод; *3*— диафрагма

Чистый электролит (католит) непрерывно заливается в диафрагму; электролит, содержащий примеси (анолит), непрерывно удаляют и направляют на химическую очистку от меди, железа и кобальта. Напряжение на ванне около 3 В, расход электроэнергии на 1 т никеля около 3000 кВт-ч. За 10—15 суток катод наращивают до толщины 10—15 мм, вынимают из ванны и разрезают на куски. Из анодного шлама извлекают платину и другие ценные металлы.

***Сульфидные медно-никелевые руды***перерабатывают по технологии, аналогичной переработке медных руд. Бедные руды обогащают методами флотации, обычно получая медно-никелевый концентрат; реже — селективной флотацией — получают медный и никелевый концентраты (содержащие медь). Перед плавкой концентрат подвергают обжигу, иногда агломерации или окатыванию. Плавку на штейн концентратов проводят в отражательных пламенных печах (как при производстве меди). Богатые руды в крупных кусках и окускованный концентрат, (агломерат, окатыши) плавят в электрических дуговых печах. Медно-никелевый штейн содержит 9—13% никеля в виде Ni3S2, 5—10% меди (Cu2S), 48—56% железа (FeS), 0»3% кобальта. После продувки воздухом в конверторе получают медно-никелевый файнштейн, содержащий 20—60% Ni, 25—50% Си, 10—20% S, а также железо, кобальт, металлы платиновой группы. После медленного охлаждения для укрупнения кристаллов Cu2S и распада N13S2 с выделением никеля файнштейн измельчают до 0,05 мм и подвергают флотации по способу И. Н. Маеленицкого. При этом получают два концентрата: никелевый с 65—68% Ni и 2— 4% Си и медный с 68—74% Си, 3,5—6% Ni.

Никелевый концентрат подвергают обжигу и другим операциям. Для извлечения никеля из медно-никелевых файнштейнов можно применить карбонильный способ. Сплав измельчают и обрабатывают окисью углерода СО при давлении 70—200 ат и температуре около 200°С. В результате обработки образуются жидкие карбонилы Ni(CO)4, Fe(CO)5 и др. Ректификацией выделяют карбонил никеля Ni(CO)4) который затем разлагают при 300 °С с выделением порошкообразного никеля.

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:**

Дайте характеристику сульфидные медно-никелевые руды

Охарактеризуйте технологию получения никелевых сплавов.

Какое сырье применяют для производства никеля?

***Тема: «Алюминий и сплавы на его основе»***

План

Алюминий.

Алюминиевые сплавы.

Деформируемые алюминиевые сплавы.

Маркировка алюминиевых сплавов.

**Алюминий** – наиболее распространенный металл в земной коре (8,8%); в чистом виде он не встречается, зато минералов, содержащих алюминий очень много. Однако алюминиевыми рудами являются далеко не все из них. Основным сырьем для получения алюминия служат бокситы и нефелины. Производство алюминия из бокситов состоит из двух основных процессов: 1) получения глинозема Al2O3 из бокситов 2) восстановления металлического алюминия электролизом из раствора глинозема в расплавленном криолите (Na3AlF6)

Первичный алюминий (ГОСТ 11069-74) делят на следующие группы: - алюминий особой чистоты (марка А999) - алюминий высокой чистоты (4 марки) - алюминий технической чистоты

ГОСТом предусмотрены восемь марок, допускающих содержание примесей 0,15-1%. Название марки указывает ее чистоту. Например, марка А8 обозначает, что в металле содержится 99,8% алюминия, а в марке А99 – 99,99%, в марке А999 – 99,999%.

Алюминий – легкий металл серебристо-белого цвета. Наиболее важным свойством алюминия, определяющим его широкое применение в технике, является его небольшая плотность - 2700 кг/м3. Таким образом, алюминий приблизительно в три раза легче, чем железо. Вторым важным свойством алюминия является относительно высокая электропроводность – более 50% электропроводности меди. Температура плавления алюминия зависит от его чистоты и колеблется в пределах 660-667 oС. Также алюминий обладает хорошей теплопроводностью и теплоемкостью.

Имеет высокую стойкость против атмосферной коррозии и в пресной воде. На воздухе алюминий быстро окисляется, покрываясь тонкой пленкой окиси, которая не пропускает кислород в толщу металла, что и обеспечивает его защиту от коррозии.

Алюминий хорошо обрабатывается давлением, сваривается, но плохо поддается резанию. Для устранения таких отрицательных свойств как невысокая механическая прочность, большая усадка, трудность обработки резанием в алюминий вводят различные добавки. В сплавах алюминия полностью или частично устранены эти недостатки. Сейчас в технике известны сотни различных алюминиевых сплавов.

Алюминий и его сплавы широко применяются: - в машиностроении (применение алюминия позволяет снизить вес автомобиля, самолета) - электротехнике (алюминий менее дефицитен и встречается в природе более широко, чем медь; для проводов в летательных и транспортных аппаратах, воздушных линий электропередач) - металлургии (для получения в чистом виде хрома, ванадия, для раскисления стали) - в пищевой промышленности – обертки для шоколадных конфет, алюминиевые банки для напитков и т.д.

Также как и , и , алюминиевые сплавы делят на: - деформируемые - литейные

**Деформируемые алюминиевые сплавы** применяют для получения листов, ленты, проволоки и различных деталей методами обработки давлением: штамповкой, прессованием, ковкой. В зависимости от химического состава деформируемые алюминиевые сплавы делят на несколько групп. Деформируемые алюминиевые сплавы содержат 2-3 и более легирующих компонента в количестве 0,2-4% каждого.

Деформируемые обработкой алюминиевые сплавы можно подразделить на две подгруппы: - не упрочняемые термообработкой - упрочняемые термообработкой

Первые характеризуются невысокой прочностью, но хорошей пластичностью. К ним относятся сплавы алюминия с марганцем и магнием, содержащие его до 6%. Эти сплавы почти всегда однофазные. Они хорошо свариваются, устойчивы против коррозии и применяются для малонагруженных деталей, изготовляемых холодной штамповкой с глубокой вытяжкой, и для свариваемых конструкций. Упрочнение этих сплавов возможно только путем холодной деформации, так как упрочнение термической обработкой не удается.

**АМц** содержит 1% марганца.

Из группы деформируемых алюминиевых сплавов, упрочняемых термообработкой, наиболее распространены **дуралюмины (или дюралюмины)** - сплавы алюминия с медью, магнием, марганцем (для повышения коррозионной стойкости сплава). Также распространены сплавы алюминия с медью, магнием, марганцем и цинком (сплавы высокой прочности).

**Дуралюмины** маркируют буквой **Д**, после которой стоит цифра, обозначающая условный номер сплава. Дуралюмины выпускают в виде листов, прессованных и катаных профилей, прутков, труб. Особенно широко применяют дуралюмины в авиационной промышленности и строительстве.

**Д1** – содержит 4% меди, примерно по 0,5% магния, марганца, кремния.

Сплавы **авиаль** уступают дюралюминию в прочности, но более пластичны как в горячем, так и в холодном состоянии и поэтому используются для легких конструкций, требующих гибких и других деформаций при монтаже.

**Литейные алюминиевые сплавы** содержат почти те же легирующие компоненты, что и деформируемые сплавы, но в значительно большем количестве (до 9-13% по отдельным компонентам). Литейные сплавы предназначены для изготовления фасонных отливок.

Выпускают 35 марок литейных алюминиевых сплавов. По химическому составу их можно разделить на несколько групп, например, алюминий с кремнием или алюминий с магнием.

Сплавы на основе алюминия и **кремния** называют **силуминами**. Силумин обладает высокими механическими и литейными свойствами: высокой жидкотекучестью, небольшой усадкой, достаточно высокой прочностью, удовлетворительной пластичностью. Сплавы на основе алюминия и магния имеют высокую удельную прочность, хорошо обрабатываются резанием и имеют высокую коррозионную стойкость.

Первый алюминиевый завод построен в 1932 году, базируясь на электроэнергии первой советской Волховской электростанции. В 1933 году построен второй алюминиевый завод в Запорожье, который использовал энергию Днепрогэса.

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.

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 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.

*Алюминиевые сплавы*.

Отливки из алюминиевых сплавов составляют около 70 % цветного литья. Они обладают высокой удельной прочностью, высокими литейными свойствами, коррозионной стойкостью в атмосферных условиях.

Наиболее высокими литейными свойствами обладают сплавы системы алюминий – кремний (Al-Si) – силумины АЛ2, АЛ9. Они широко применяются в машиностроении, автомобильной и авиационной промышленности, электротехнической промышленности.

Также используются сплавы систем: алюминий – медь, алюминий – медь – кремний, алюминий – магний.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

Охарактеризуйте свойства алюминия.

Приведите классификацию алюминиевых сплавов.

Охарактеризуйте деформируемые алюминиевые сплавы.

Охарактеризуйте маркировку алюминиевых сплавов.

**Домашнее задание:**

**Сделать краткий конспект.**

**Письменно ответить на контрольные вопросы.**

**Подготовить рефераты по данным темам.**