*Цветные металлы

*Лекция №17

*Вопросы:

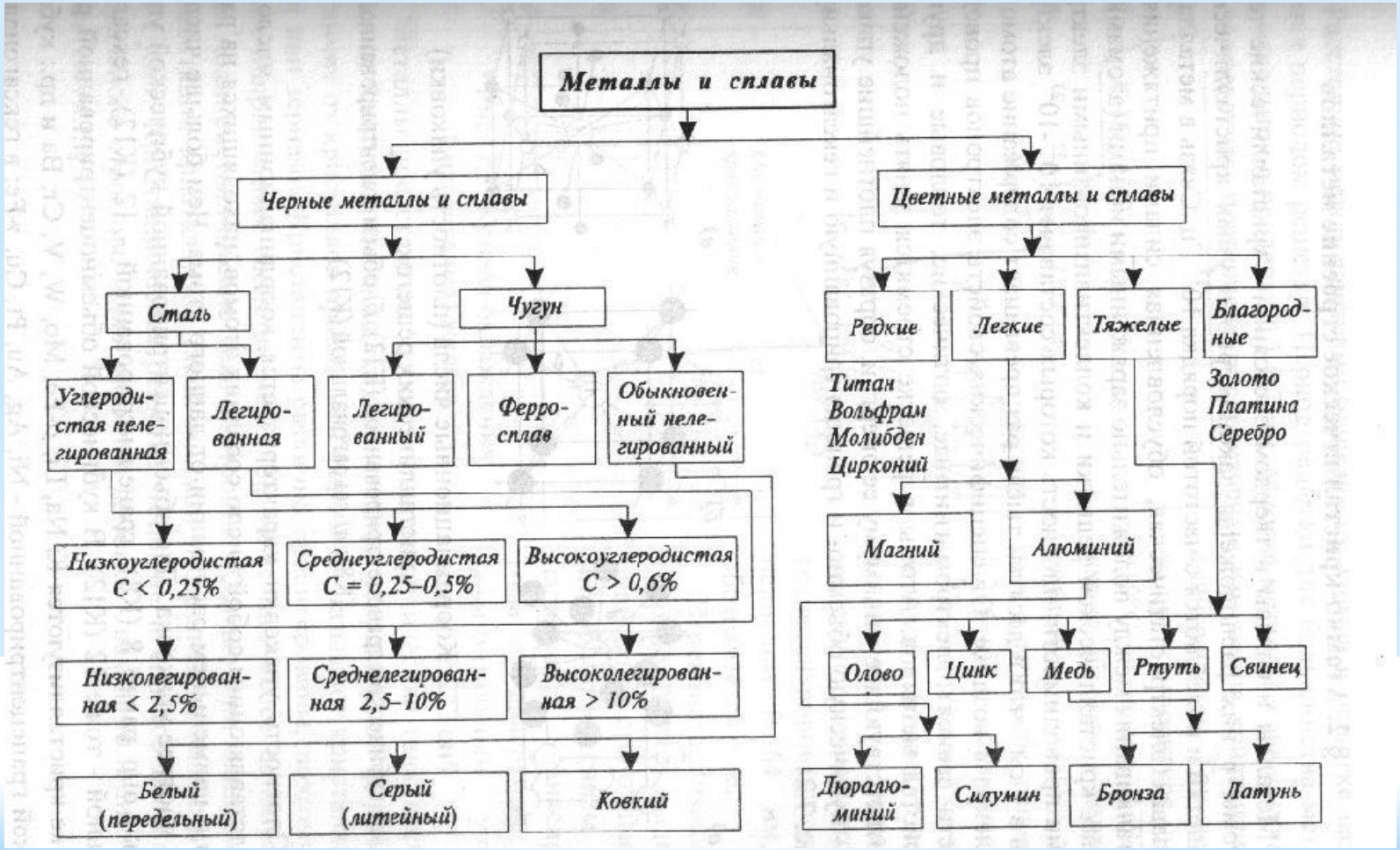
*1. Общая классификация металлов

*2. Классификация цветных металлов

*3. Алюминий. Сплавы, классификация, маркировка.

*4. Медь. Сплавы, классификация, маркировка.

* 1. Общая классификация металлов



* Классификация сталей и сплавов

* Цветные металлы

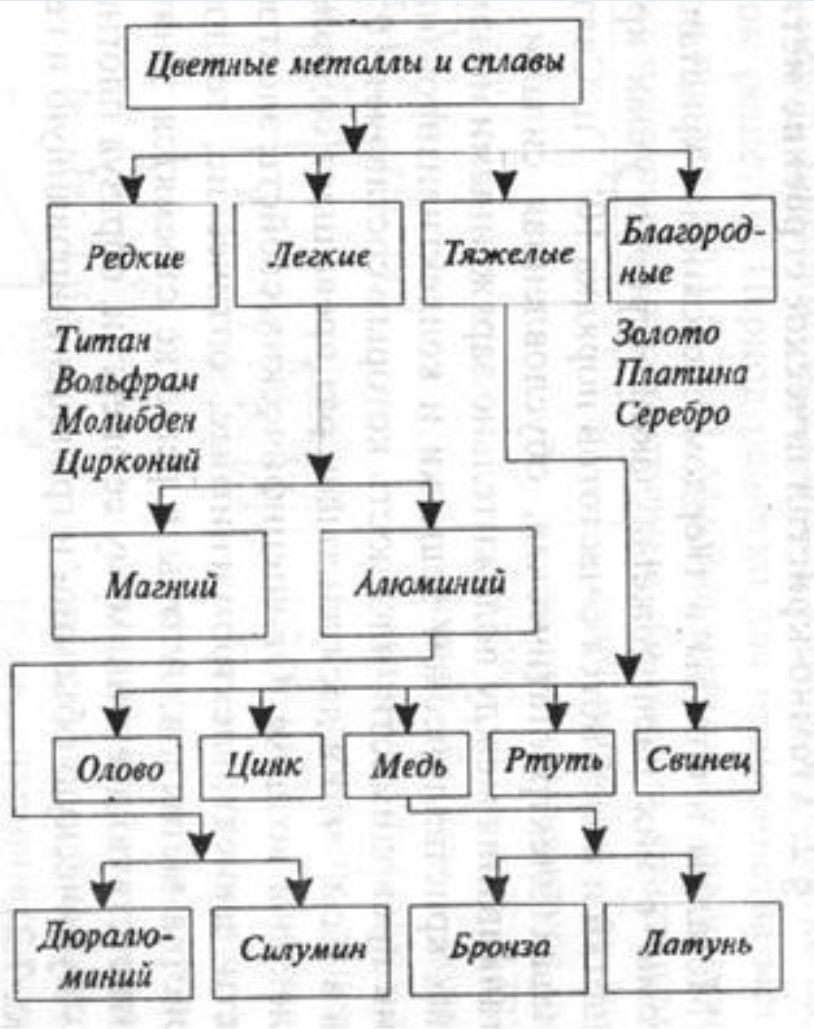
* **Цветные металлы.** По сравнению с черными металлами, цветной металл используется в промышленности и строительстве намного реже. Прежде всего, это связано с тем, что подобный металл очень трудно добыть, к тому же, его природные ресурсы весьма ограниченны. Для того чтобы экономно расходовать ресурсы земли в производстве используется лом цветных металлов. В чистом виде цветные металлы используются крайне редко, а их легкие и тяжелые сплавы находят применение намного чаще.
* **Легкие сплавы изготавливаются из алюминия, магния и некоторых других видов цветных металлов.** Чаще всего они используются для изготовления несущих и ограждающих конструкций, например, для оконных переплетов. **Самыми легкими сплавами являются алюминиево-марганцевые и алюминиево-кремнеземистые.**

* **Для производства тяжелых сплавов используются медь, олово, свинец и цинк.**
* **Бронза** – это сплав меди с оловом или с алюминием, марганцем и железом.
* **Латунь -** состоит из меди и цинка.
* Наиболее часто, среди тяжелых сплавов, применяется бронза и латунь.
* **Чаще всего тяжелые сплавы используются для производства архитектурных деталей и санитарно-технической арматуры.**

* Цветные металлы

Наименование металла	Обозначение в маркировке	Примечание
Хром	Х	
Никель	Н	
Кобальт	К	
Молибден	М	
Вольфрам	В	
Титан	Т	
Медь	Д	
Марганец	Г	
Кремний	С	
Ванадий	Ф	
Бор	Р	
Азот	А	
Ниобий	Б	
Селен	Е	
Цирконий	Ц	
Алюминий	Ю	
Наличие редкоземельных металлов	Ч	

Маркировка сталей



* Классификация цветных металлов

Алюминий

* **Применение алюминиевых сплавов** в строительстве производится с целью уменьшения массы конструкции, удобства монтажа, повышения коррозионной стойкости и уменьшения эксплуатационных расходов.

* **Алюминиевые сплавы рекомендуются для**:
* а) несущих конструкций зданий и сооружений (оболочка, рамы фермы и т. д.), конструкций для химических предприятий с агрессивной средой (кроме воздействия влажностно-щелочной среды, растворов серной кислоты и ее солей), опор линий электропередач;
* б) ограждающих конструкций, кровельных панелей, подвесных потолков, витрин, переплетов и т. д.

* Элементы конструкций из алюминиевых сплавов **можно соединять** на заклепках, на болтах или сваркой. Сварные соединения выполняются механизированной или ручной электродуговой сваркой в защитной среде аргона, электрической контактной сваркой, сваркой под слоем флюса и газовой сваркой.

* ***Чистый алюминий*** очень пластичен (относительное удлинение ~40%), относительно низкая прочность ограничивает его применение. Поэтому в качестве конструкционных материалов широкое применение получили сплавы алюминия с легирующими добавками (Si, Mg, Си, Zn, Mn, Ni, Ti, Zr).

* **Сырьем** для получения алюминия являются руды, содержащие глинозем А1203. Такими рудами являются **бокситы**, содержащие А1203 - 30-50%, они залегают в Ленинградской обл., на Урале, в Сибири, Московской обл., а также **нефелины, алуниты** с содержанием А1203 - 20-30%.

Алюминиевые сплавы.

* В чистом виде алюминий мягок, пластичен, хорошо отливается, но обладает малой прочностью, и поэтому он применяется только в электротехнической промышленности.

* **В строительстве** применяются сплавы алюминия с **медью, марганцем, магнием, кремнием**.
* Введение в алюминий этих элементов позволило получить сплавы с повышенной прочностью, пластичностью и коррозионной стойкостью.

* Эти сплавы легко поддаются термической обработке.

* Практическое применение получили сплавы пяти систем:
* - А1- Мп алюминиево-марганцевая,
* - Al-Mg алюминиево-магниевая (магналии),
* - Al-Si алюминиево-кремниевая (силумины),
* - А1-Си-Mg алюминиево-медно-магниевая (дюралюминий),
* - Al-Mg-Si алюминиево-магнокремниевая (авиалипы),
* - Al-Zn-Mg алюминиево-цинко-магниевая.

* В зависимости от систем сплава, процентного содержания легирующих элементов и термической обработки алюминиевые сплавы делятся на две группы:
* - **деформируемые сплавы**, из которых путем прокатки, прессования, волочения, ковки и штамповки получают различные изделия;
* - **литейные сплавы**, которые идут на изготовление отливок.

* **Алюми́ний** — относится к группе легких металлов.

* Наиболее распространённый металл и третий по распространённости химический элемент в земной коре после кислорода и кремния.

* *Алюминий* — лёгкий, серебристо-белого цвета, легко поддающийся формовке, литью, механической обработке.

* Алюминий обладает высокой тепло- и электропроводностью, стойкостью к коррозии за счёт быстрого образования прочных оксидных пленок, защищающих поверхность металла.

* Температура плавления – 660 оС.

* Временное сопротивление:
* - литого алюминия — 10-12 кг/мм^2,
* - деформируемого — 18-25 кг/мм^2,
* - сплавов — 38-42 кг/мм^2

* Твердость по Бринелю — НВ = 24…32 кгс/мм^2

* Высокая пластичность:
* - у технического — 35 %,
* - у чистого — 50 % (прокатывается в тонкий лист и даже фольгу)

* Широко применяется как конструкционный материал.
* **Основные достоинства** алюминия в этом качестве — лёгкость, податливость штамповке, коррозионная стойкость (на воздухе алюминий мгновенно покрывается прочной плёнкой Al_2O_3, которая препятствует его дальнейшему окислению), высокая теплопроводность, неядовитость его соединений.
* В частности, эти свойства сделали алюминий чрезвычайно популярным при производстве кухонной посуды, алюминиевой фольги в пищевой промышленности и для упаковки.
* **Основной недостаток** алюминия как конструкционного материала — **малая прочность**, поэтому для упрочнения его обычно сплавляют с небольшим количеством **меди и магния (сплав называется дюралюминий).**

* Чистый алюминий обладает высокой коррозионной стойкостью в связи с образованием на его поверхности стойкой и плотной окисной пленки Al_2O_3.

* Это свойство сохраняется и во многих сплавах, содержащих алюминий в виде легирующих элементов

* **Примеси**, присутствующие в алюминии, **понижают** его пластичность, электро- и теплопроводность, снижают защитное действие пленки.

* В технически чистом алюминии в качестве примесей могут находиться, в основном, Fe и Si.

* **Железо уменьшает** электропроводность и химическую стойкость чистого алюминия.
* **Кремний** в алюминии вместе примесями железа образует эвтектику из твердого раствора на основе алюминия и кристаллов FeSiAl5, которая имеет форму китайских иероглифов. **Кремний является менее вредной примесью в алюминии, чем железо, хотя также как и железо, уменьшает пластичность, электропроводность, коррозионную стойкость сплавов.**
* В больших количествах кремний применяется в сплавах на основе алюминия, как легирующий элемент.
* Для нейтрализации вредного влияния железа сплавы **легируют марганцем**, за счет чего в сплавах формируется соединение (Fe, Mn)3Si2Al15, которое первично кристаллизуется из расплава в виде компактных ограненных кристаллов, что способствует **повышению пластичности**, если эти кристаллы достаточно мелкие.
* **Хром** также вводят в силумины для нейтрализации отрицательного влияния железа.

* **Сплавы на основе цветных металлов** широко используют в различных отраслях промышленности - самолето-, ракето- и судостроении, радиоэлектронике, приборостроении и т. д.

* **Наиболее широко применяемые сплавы на основе алюминия, меди, магния, титана и другие.**
* Подразделяют на:
* - **литейные**, предназначенные для изготовления отливок,
* - **деформируемые**, предназначенные для изготовления изделий прокаткой, прессованием, ковкой и штамповкой.

* К алюминиевым деформируемым сплавам относятся:
* - высокопластичные сплавы АМц, АМг1, АМг6,
* - дюралюмины Д1, Д16,
* - жаропрочные и высокопрочные сплавы АК4, АК6, АК8, В95 и др.
*

* Цветные металлы и их сплавы

* Маркировка алюминия и его алюминиевых сплавов

* Алюминий и алюминиевые сплавы производят по ГОСТ 11069-74 - Алюминий первичный,
* ГОСТ 1583-93 - Сплавы алюминиевые литейные,
* ГОСТ 4784-74 - Алюминий и сплавы алюминиевые, деформируемые.
* Литейные алюминиевые сплавы по ГОСТ 1583-93 маркируют буквами и цифрами с указанием среднего химического состава по основным легирующим элементам.
* В действующем ГОСТе указана и старая система маркировки – условное обозначение марок, содержащее буквы АЛ.

* Все **литейные алюминиевые сплавы**, указанные в ГОСТ 1583-93, в зависимости от химического состава подразделяют на пять групп:
* **I группа** – сплавы на основе системы Al-Si. В нее входят сплавы марок АК12, АК13, АК9, АК9с, АК9ч, АК9пч, АК8л, АК7, АК7ч, АК7пч, АК10Су.
* **II группа** – сплавы на основе системы Al-Si-Cu. В нее входят сплавы марок АК5М, АК5Мч, АК5М2, АК5М7, АК6М2, АК8М, АК5М4, АК8М3, АК8М3ч, АК9М2, АК12М2, АК12ММгН, АК12М2МгН, АК21М2,5Н2,5.
* **III группа** – сплавы на основе системы Al-Cu. В нее входят сплавы марок АМ5, АМ4,5Кл.
* **IV группа** – сплавы на основе системы Al-Mg. В нее входят сплавы марок АМг4К1,5М, АМг5К, АМг5Мц, АМг6л, АМг6лч, АМг10, АМг10ч, АМг11, АМг7.
* **V группа** – сплавы на основе системы алюминий – прочие компоненты. В нее входят сплавы марок АК7Ц9, АК9Ц6, АЦ4Мг.

* Маркировка алюминия и его сплавов

* Для указания состояния деформированных полуфабрикатов, изготавливаемых из алюминиевых сплавов, **<u>используется буквенно-цифровая система обозначений после марки сплава. Без обозначения значит без термической обработки.</u>**
*

М - мягкий отожженный;
Н - нагартованный;
Н3 - нагартованный на три четверти;
Н2 - нагартованный на одну вторую;
Н1 - нагартованный на одну четверть;
Т - закаленный и естественно состаренный;
Т1 - закаленный и искусственно состаренный на максимальную прочность;
Т2, Т3 - режимы искусственного старения, обеспечивающие перестаривание материала (режимы смягчающего искусственного старения);
Т5 - закалка полуфабрикатов с температуры окончания горячей обработки давлением и последующее искусственное старение на максимальную прочность;
Т7 - закалка, усиленная правка растяжением (1,5-3 %) и искусственное старение на максимальную прочность

*Силумины

* **Кремний** является одним из основных легирующих элементов в литейных алюминиевых сплавах **(силуминах).**
* **Силумины** обычно содержат от 5 до 14% Si, т.е. на несколько процентов больше или меньше эвтектической концентрации.
* Эти сплавы обычно имеют грубую игольчатую эвтектику.
* Типичным силумином является сплав АЛ2 (АК12) с содержанием 10-13% Si.
* В литом состоянии он состоит в основном из эвтектики и некоторого количество избыточных кристаллов кремния.
* Механические свойства такого сплава очень низки: прочность на растяжение 120 – 160 МПа при относительном удлинении 1%.
* Однако эти сплавы обладают очень важными свойствами, которые с трудом удается достичь в других более прочных сплавах: **высокой жидкотекучестью, свариваемостью.**
* Они имеют **малую усадку при литье**, в связи с чем становится **низкой их склонность к образованию усадочных трещин.**

* **Маркировки силуминов**:
* АК12(АЛ2)
* АК13(АК13)
* АК9ч(АЛ4)
* АК5М(АЛ5)
* АК8М3ч
* (ВАЛ8)
* АК12М2МгН (АЛ30)
* Прочность, не менее 150-400 МПа,
* НВ=50-110,
* растяжение 0,5-5,0%

* Обладая высокими литейными свойствами, **силумины являются** основным исходным материалом для создания технологичных и, в то же время, высокопрочных литейных алюминиевых сплавов, которые могут подвергаться упрочняющей термической обработке.
* При создании таких сплавов используют дополнительное легирование силуминов с целью образования в структуре силумина новых фаз, способных приводить к упрочнению при термической обработке.
* В качестве таких легирующих элементов применяют
* **Mg, Cu и Mn**.
* На основе такого легирования в настоящее время созданы и используются **литейные алюминиевые сплавы:**
  * **АЛ4 (9% Si, 0,25% Mg и около 0,4% Mn),**
  * **АЛ5 (5% Si, 1,2 Cu и 0,5% Mg).**

* <u>Литейные алюминиевые сплавы</u>:

* **АЛ4** – состав (9% Si, 0,25% Mg и около 0,4% Mn),

* **АЛ5** – состав (5% Si, 1,2 Cu и 0,5% Mg).

* Прочность этих сплавов после закалки и старения оказывается выше 200-230 МПа при удлинении 2-3%.

* К литейным сплавам относятся также **медистые сплавы АЛ-19 и ВАЛ10** содержащие 4-5% Cu и 9-11% Cu (таблица 2).

* Эти сплавы в связи с более высокой температурой солидуса по сравнению с силуминами, являются более жаропрочными сплавами.

* **Литейными высокопрочными алюминиевыми сплавами** являются **сплавы системы Al-Mg (АЛ-23, АЛ-27).**

* Эти сплавы содержат 6-13% Mg.

* Прочность этих сплавов в закаленном и состаренном состоянии может достигать значений 300-450 МПа при ¤ = 10-25%.

* К **преимуществам** этих сплавов относятся: **высокая коррозионная стойкость в атмосферных условиях и при действии морской воды**.

Марка сплава	Способ литья	Вид термической обработки	Прочность, МПа	Растяжение %	НВ, МПа
			Не менее		
АМ5 (АЛ19)	З, В, К	Т4	294	8,0	70,0
	З, В, К	Т5	333	4,0	90,0
	З	Т7	314	2,0	80,0
АМ4,5Кд (ВАЛ10)	З, В	Т4	294	10,0	70,0
	К	Т4	314	12,0	80,0
	З, В	Т5	392	7,0	90,0
	К	Т5	431	8,0	100,0
	З, В	Т6	421	4,0	110,0
	К	Т6	490	4,0	120,0
	З	Т7	323	5,0	90,0
АМг6л (АЛ23)	З, В	-	186	4,0	60,0
	К, Д	-	216	6,0	60,0
	З, К, В	Т4	225	6,0	60,0
АМг7 (АЛ29)	Д	-	206	3,0	60,0
АМг10 (АЛ27)	З, К, Д	Т4	314	12,0	75,0
АК7Ц9 (АЛ11)	З, В	-	196	2,0	80,0
	К	-	206	1,0	80,0
	Д	-	176	1,0	60,0
	З, В, К	Т2	216	2,0	80,0
АК9Ц6 (АК9Ц6р)	З	-	147	0,8	70,0
	К, Д	-	167	0,8	80,0
АЦ4Мг (АЛ24)	З, В	-	216	2,0	60,0
	З, В	Т5	265	2,0	70,0

* **Маркировка и механические свойства литейных алюминиевых сплавов**

* Однако эти сплавы имеют **<u>следующие недостатки:</u>**
* - повышенная склонность к окислению в жидком состоянии;
* - повышенная чувствительность к примесям Fe (в результате образования нерастворимых соединений Al, Mg с Fe происходит значительное снижение пластичности);
* - повышенная склонность сплавов к хрупкому разрушению при длительном действии внутренних или внешних напряжений;
* - большая склонность к резкому снижению прочностных характеристик при совместном действии нагрузок и температуры;
* - большая склонность к понижению механических свойств по мере увеличения сечения стенок деталей.

* **<u>Деформируемые алюминиевые сплавы</u>** (ГОСТ 4784-74) подразделяются на:
* - **термически не упрочняемые,**
* **- термически упрочняемые.**

* В зависимости от назначения и требований в отношении механических, коррозионных, технологических, физических и других свойств деформируемые сплавы разделяют на сплавы:
* - высокой, средней и малой прочности,
* - жаропрочные, криогенные, ковочные, заклепочные, свариваемые,
* - со специальными физическими свойствами,
* - декоративные.

* Среди **термически упрочняемых** деформируемых сплавов необходимо выделить следующие основные группы:
* а) Двойные сплавы Al-Cu.
* б) Дуралюмины (на основе Al-Cu-Mg-Mn).
* в) Жаропрочные сплавы (на основе Al-Cu-Mg-Ni).
* г) Высокопрочные сплавы (типа В95 на основе Al-Zn-Mg-Cu-Mn).

* К **термически не упрочняемым** относятся сплавы Al-Mg (с небольшим соединением магния (до 5-6%) (АМг-3, АМг6, АМг5В и т.д.) и марганца (АМц).
* Эти сплавы с точки зрения металлографии не представляют большого интереса.

Марка сплава	Состояние	$\sigma_в$, МПа	$\sigma_{0,2}$, МПа	δ,%	НВ, МПа
АМц	отожженное полунагартованное	130 160	50 130	23 10	300 400
АМг2М АМг2П	отжиг неполный отжиг	200 250	100 200	23 10	450 600
АМг6М АМг6Н	отжиг нагартованное	340 390	170 300	20 10	700 -

Полуфабрикаты из сплавов системы Al-Mg (АМг1, АМг2, АМг3, АМг4, АМг5, АМг6) имеют относительно небольшие прочностные характеристики, но высокую пластичность, а также отличаются высокой коррозионной стойкостью и хорошей свариваемостью аргонодуговым способом.

Основные компоненты сплавов этой системы – магний и марганец.

В виде небольших добавок используют титан, цирконий, хром, кремний, бериллий.

* Механические свойства термически неупрочняемых алюминиевых сплавов

* **Увеличение содержания магния приводит** к повышению предела прочности и текучести.
* Относительное удлинение снижается с увеличением содержания магния до 4%, а затем медленно повышается.
* Присутствие магния до 4,5% сохраняет высокую коррозионную стойкость сплавов после любых нагревов.
* Присадки марганца и хрома повышают прочностные характеристики основного материала и сварных соединений, а также увеличивается сопротивляемость материала к образованию горячих трещин при сварке и коррозионному разрушению под напряжением.

*Дуралюмины

* **Сплавы системы Al-Cu-Mg (дуралюмины)** относятся к группе термически упрочняемых деформируемых сплавов.

* Они отличаются высокой прочностью в сочетании с высокой пластичностью, имеют повышенную жаропрочность, поэтому они применяются для работы при повышенных температурах.

* Дуралюмины склонны к образованию кристаллизационных трещин и поэтому относятся к категории несваривающихся плавлением сплавов, а также имеют пониженную коррозионную стойкость.

* Классическим дуралюмином является сплав Д1.
* Сплав Д16 считается дуралюмином повышенной прочности.
* Сплавы Д19, ВАД1 и ВД17 являются дуралюминами повышенной жаропрочности, а Д18, В65 с пониженным содержанием легирующих компонентов являются сплавами повышенной пластичности

* **Помимо меди и магния**, в дуралюминах всегда содержится марганец и небольшое количество примесей.
* **Марганец** находится в дуралюминах в виде дисперсных частиц фазы Т ($Al_{12}Mn_2Cu$), которые положительно влияют на их свойства: повышается температура рекристаллизации, измельчается структура холоднодеформированного материала, повышаются прочностные свойства при комнатной температуре, а также значительно увеличивается жаропрочность.
* **Кремний** (до 0,05%) в сплавах с содержанием магния до 1%, повышает прочностные характеристики при искусственном старении; при более высоком содержании магния (1,5%) прочность понижается.
* Кроме того, кремний увеличивает склонность к трещинообразованию при литье и сварке.
* **Железо** понижает пластичность и способствует растрескиванию полуфабрикатов при деформации.
* Небольшое количество железа (0,2-0,25%) в присутствии кремния не оказывает отрицательного влияния на механические свойства сплавов, значительно уменьшает склонность к трещинообразованию при литье и сварке.

* **Сплавы системы Al-Cu-Mg** с добавками железа и никеля (АК2, АК4, АК4-1) по назначению относятся к группе **жаропрочных материалов.**
* По своему химическому и фазовому составу они весьма близки к сплавам типа дуралюмин.
* **Сплавы системы Al-Mg-Si (АД31, АД33, АД35, АВ)** относятся к группе материалов **обладающих повышенной пластичностью.**
* Эти сплавы широко применяют в качестве конструкционных и декоративных материалов, которые, наряду с хорошей пластичностью, обладают комплексом ценных свойств, включая высокую коррозионную стойкость, технологичность, способность подвергаться цветному анодированию и эмалированию.

* **Сплавы системы Al-Mg-Si-Cu (АК6, АК6-1, АК8)** являются авиалями повышенной прочности и относятся к группе **ковочных материалов**.
* Они отличаются от обычных авиалей повышенным содержанием меди.

* **Сплавы системы Al-Zn-Mg и Al-Zn-Mg-Cu (В95, В96, В96ц, В93) относятся к группе высокопрочных сплавов.**
* Характерная особенность сплавов – высокий предел текучести, близкий по своему значению к пределу прочности материала, и пониженная пластичность

Маркировка алюминиевых сплавов и их расшифровка

* Для отечественных алюминиевых сплавов используются буквенно-цифровая и цифровая системы обозначений. В буквенно-цифровой маркировке (хотя этим сплавам позднее была присвоена цифровая маркировка, но она не “прижилась”) не заложено какой-либо системы.
* **Буквы могут символизировать:**
* - алюминий и основной легирующий компонент - АМц (Al-Mn), АМг1 (Al-Mg), АМг2 (Al-Mg),
* - назначение сплава (АК6, АК4-1 - алюминий ковочный),
* - название сплава (АВ - авиаль, Д16 - дуралюминий),
* - могут быть связаны с названием института, разработавшего сплав (ВАД1, ВАД23 - ВИАМ, алюминиевый, деформируемый) и т.д.

*Медь и его сплавы

* **Сырьем** для получения меди служат сульфидная и окисленная медные руды. Наиболее распространенной сульфидной медной рудой является **медный колчедан** $Cu_2SFe_2S_3$.

* ***Чистая медь*** – металл розовато-красного цвета, имеющий следующие физические свойства: плотность – 8,93 г/см3, температура плавления 1083° С.
* Временное сопротивление при растяжении 20 кгс/мм2, относительное удлинение меди 30-60%.
* Наклепанный материал дает более высокую прочность на разрыв (до 40-50 кгс/мм2) и большее удлинение (до 2%) с возрастанием твердости по Бринеллю от НВ 45 до НВ 90.
* Медь является ковким и пластичным металлом.
* В промышленности и **строительстве применяют сплавы меди с цинком, словом, алюминием, марганцем, никелем и др.**

*Латунь

* ***Латунь* - сплав меди и цинка.** Она широко распространена в технике, так как имеет хорошие механические свойства и невысокую стоимость.
* Сплавы меди, содержащие **от 20 до 46% цинка, называются латунью**, а при содержании цинка до **20% томпаком**.
* При добавке к латуни свинца получается **латунь свинцовистая**, а при сплавлении с оловом — **морская латунь**. **Свинец**, добавляемый в латунь, улучшает обрабатываемость резанием, а **олово** повышает сопротивление против разрушения морской водой.
* ***Цинк* в составе латун**и повышает ее пластичность и временное сопротивление при растяжении.
* Наиболее высоким сопротивлением растяжению латунь обладает при содержании цинка до 45%, при содержании же цинка до 30% латунь достигает наибольшей пластичности. Латунь хорошо обрабатывается прессованием, прокаткой, штамповкой, волочением. Из латуни изготавливают ленту, лист, проволоку и другие изделия.

*Бронзы

* ***Бронза*-сплав меди с оловом, алюминием, марганцем или никелем.**
* Свойства бронзы зависят от применяемых для сплавов металлов (оловянные, алюминиевые, фосфористые, марганцовистые).
* Бронза является хорошим антифрикционным материалом, обладает более высоким временным сопротивлением по сравнению с латунью, высокой твердостью и хорошим сопротивлением против химических воздействий.
* ***Алюминиевая бронза*** содержит 90-94,36% меди и 5,64 алюминия и имеет следующие показатели механической прочности: сопротивление при разрыве от 35 до 90 кг/мм2, относительное удлинение от 2 до 80%.
* Алюминиевые бронзы применяются вместо морской латуни в местах, подверженных большим давлением или действию кислот.

* Кроме бронзы и латуни, медь дает ряд других сплавов, из которых наиболее известны:
* - **мельхиор** (80% меди и 20% никеля),
* - **никелин** (66% меди и 34% никеля),
* - **константан** (40% никеля и 60% меди).

* В строительстве **медь и ее сплавы** (бронза и латунь) применяются для отделочных работ в сооружениях 1-го класса.

* Бронзы.

* **Сплавы меди с оловом, алюминием, кремнием, марганцем, свинцом, бериллием называют бронзами.** В зависимости от введенного элемента бронзы называют оловянными, алюминиевыми и т. д.
* Бронзы обладают **высокой стойкостью против коррозии, хорошими литейными и высокими антифрикционными свойствами и обрабатываемостью резанием.**
* Для повышения механических характеристик и придания особых свойств, бронзы легируют железом, никелем, титаном, цинком, фосфором.
* - Введение **марганца** способствует повышению коррозионной стойкости,
* - введение **никеля** — пластичности,
* - введение **железа** — прочности,
* - введение **цинка** — улучшению литейных свойств,
* - введение **свинца** — улучшению обрабатываемости.

* Бронзы маркируют буквами Бр, правее ставят элементы, входящие в бронзу: О — олово, Ц — цинк, С — свинец, А — алюминий, Ж — железо, Мц — марганец и др. Затем ставят цифры, обозначающие среднее содержание элементов в процентах (цифру, обозначающую содержание меди в бронзе, не ставят). Например, марка БрОЦС5-5-5 означает, что бронза содержит олова, свинца и цинка по 5%, остальное — медь (85%).

* Бронзы

Марка	Предел прочности при растяжении $\sigma_в$ МПа	Относительное удлинение δ %	Твердость НВ	Назначение
БрОЦСН3-7-5-1	210	5	60	Детали арматуры (клапаны, задвижки, краны), работающие на воздухе, в пресной воде, масле, топливе, паре и при температуре 250° С
БрОЦС5-5-5	180	4	60	Антифрикционные детали и арматура
БрАЖ9-4 БрАЖ9-4Л	500-700 350-450	4-6 8-12	160 90—100	Арматура трубопроводов для различных сред (кроме морской воды) при температуре до 250°С)
БрАМц9-2Л	400	20	80	Детали, работающие в морской воде (винты, лопасти)
БрБ2	900-1000	2-4	70-90	Пружины, пружинящие контакты приборов и т. п.
БрАМц10-2 БрОФ10-1	500 250	12 1-2	110 100	Подшипники скольжения

* Бронзы

* **Оловянные бронзы** содержат в среднем 4—6% олова, имеют высокие механические ($\sigma_в$ =150—350 МПа; δ = 3—5%; твердость НВ 60—90), антифрикционные и антикоррозионные свойства; хорошо отливаются и обрабатываются резанием. Для улучшения качества в оловянные бронзы вводят свинец, повышающий антифрикционные свойства и обрабатываемость; цинк, улучшающий литейные свойства; фосфор, повышающий литейные, механические и антифрикционные свойства.

* Различают ***деформируемые*** и ***литейные*** **оловянные бронзы**.

* **Деформируемые бронзы** (ГОСТ 5017—74) поставляются в виде полуфабрикатов (прутки, проволоки, ленты, полосы) в нагартованном (твердом) и отожженном (мягком) состояниях. Эти бронзы применяют для вкладышей подшипников, втулок деталей приборов и т. п.

* **Литейные оловянные бронзы** содержат большее количество олова (до 15%), цинка (4— 10%), свинца (3—6%), фосфора (0,4—1,0%). Литейные бронзы (ГОСТ 614—73) применяют для получения различных фасонных отливок. Высокая стоимость и дефицитность олова — основной недостаток оловянных бронз.

* Бронзы

* **Безоловянные бронзы** содержат алюминий, железо, марганец, бериллий, кремний, свинец или различное сочетание этих элементов.

* **Алюминиевые бронзы** содержат 4—11% алюминия. Алюминиевые бронзы имеют высокую коррозионную стойкость, хорошие механические и технологические свойства. Эти бронзы хорошо обрабатываются давлением в горячем состоянии, а при содержании алюминия до 8% — и в холодном состоянии. Бронзы, содержащие 9—11% алюминия, а также железо, никель, марганец, упрочняются термической обработкой (закалка и отпуск). Наиболее поддающаяся закалке БрАЖН10-4-4 после закалки (980°С) и отпуска (400°) повышает твердость с НВ 170—200 до НВ 400.

* **Марганцовистые бронзы** (БрМЦ5) имеют сравнительно невысокие механические свойства, но обладают хорошей сопротивляемостью коррозии и высокой пластичностью, а также сохраняют механические свойства при повышенных температурах.

* **Бронзы**

Бронзы

* **Свинцовистые бронзы** (БрС30) отличаются высокими антикоррозионными свойствами и теплопроводностью (в четыре раза большей, чем у оловянных бронз), применяют для высоконагруженных подшипников с большими удельными давлениями.

* **Бериллиевые бронзы** (БрБ2) после термообработки имеют высокие механические свойства, например у БрБ2 $\sigma_в$ = 1250 МПа, НВ 350, высокий предел упругости, хорошая коррозионная стойкость, теплостойкость. Из бериллиевых бронз изготовляют детали особо ответственного назначения.

* **Кремнистые бронзы**
* (БрКН1-3, БрКМц3-1)
* применяют как заменители дорогостоящих бериллиевых бронз.

*Цветные металлы и их сплавы

* К сплавам **на основе меди** относятся латуни (ГОСТ 15527— 70 и 17711-72), а также бронзы - оловянистые (ГОСТ 5017-74), алюминиевые (ГОСТ 1048-70), бериллиевые (ГОСТ 1789-70).
* *Латуни* - сплавы меди с цинком - маркируют буквой Л;
* в марках латуни более сложного состава после буквы Л имеются русские буквы, соответствующие находящимся в них добавкам;
* цифры после букв указывают процент меди и соответствующих добавок.
* Например, марка ЛС-59-1 означает: латунь свинцовистая, содержащая 57-60% Cu и 0,8-1,5% Pb.

* Цветные металлы и их сплавы

* **Бронзы** — сплавы меди с оловом — маркируют буквами Бр, за которыми следуют буквы и цифры, показывающие соответственно легирующие элементы и их процентное содержание.
* Например, **Бр ОЦС8-4-3** содержит 8% Sn, 4% Zn и 3% Pb.

* **К магниевым деформируемым сплавам** относятся сплавы **МА1, МА5, МА11** и другие (ГОСТ 19657-74).

* **Технический титан** - **ВТ1** и деформируемые сплавы на его основе **ВТ5, ВТ5-1, ВТ14** и другие (ГОСТ 19807-74) обрабатывают прокаткой, ковкой и штамповкой.
* Из них изготовляют детали, от которых при малой плотности требуются высокие эксплуатационные характеристики и коррозионная стойкость в агрессивных средах.

* Цветные металлы и их сплавы

*Спасибо!!!