



# ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

## «ЦВЕТНЫЕ СПЛАВЫ»

Автор: доц. Глушкова Д.Б.  
Lect15\_1M\_TKMIM\_GDB\_10.02.15

# План

1.Медные сплавы

2.Латуни

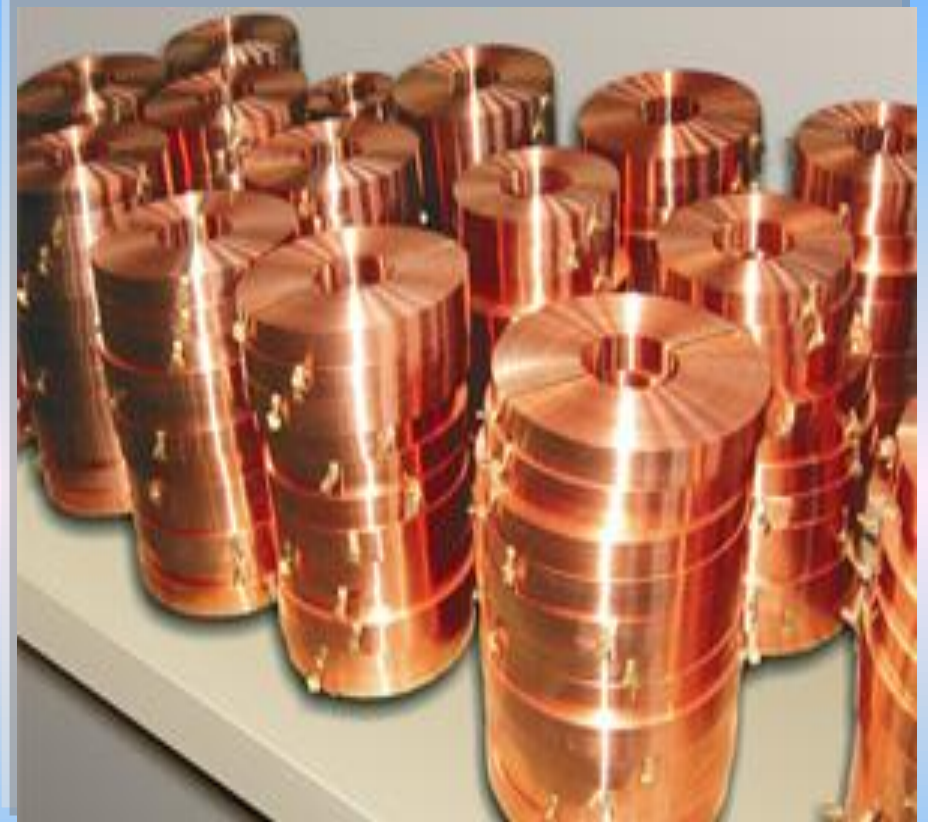
3.Титановые сплавы

4.Алюминиевые сплавы

5.Магниевые сплавы

6.Антифрикционные сплавы

## МЕДНЫЕ СПЛАВЫ



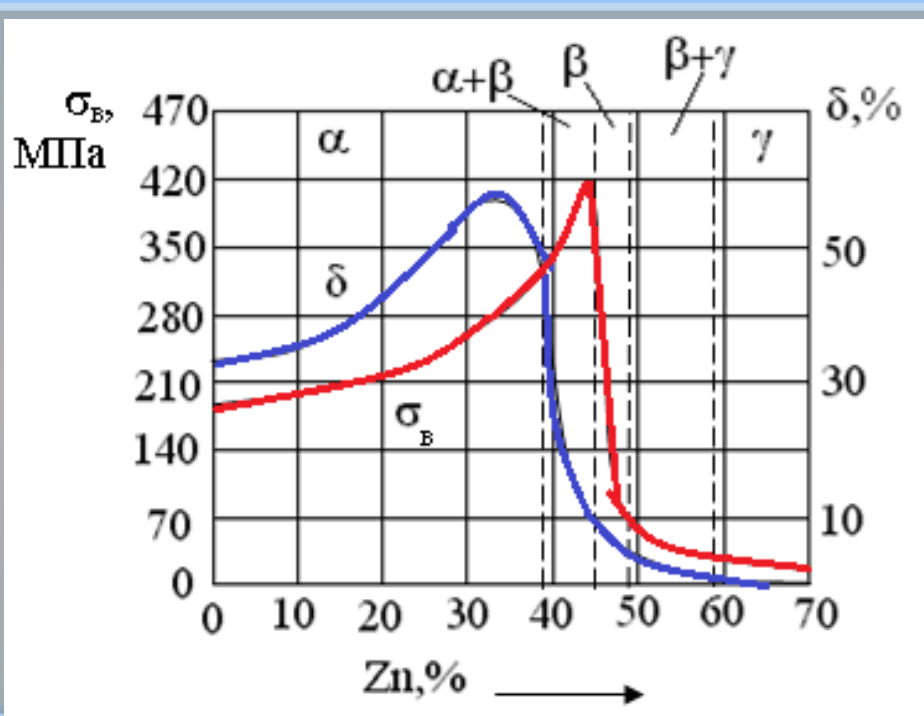
Медные сплавы обладают достаточно высоким уровнем механических и технологических свойств, износостойкостью и коррозионной стойкостью.



## ЛАТУНИ

По химическому составу латуни разделяют на простые, легированные только цинком, и сложные или легированные, содержащие помимо цинка в качестве легирующих элементов свинец, олово, никель, марганец.

Медь с цинком образует  $\alpha$ - и  $\beta$ -фазы;  $\alpha$ -фаза – твердый раствор цинка в меди,  $\beta$ -фаза – твердое и хрупкое соединение  $\text{CuZn}$ .



Влияние цинка на механические свойства латуни

Предельная растворимость цинка в меди составляет 39 %

В области  $\alpha$ -твердого раствора прочность  $\sigma_B$  и пластичность  $\delta$  растут. При появлении в структуре  $\beta$ -кристаллов пластичность падает, а прочность продолжает расти примерно до 45 % Zn. Поэтому технические латуни содержат цинка до 40–45%.



# ЛАТУНИ

Все латуни по технологическому признаку делят на две группы:

деформируемые

из которых изготавливают листы, ленты, трубы, проволоку и другие полуфабрикаты обработкой давлением (ГОСТ 15527-70);



литейные

для фасонного литья (ГОСТ 17711-80).





## ЛАТУНИ

Латуни маркируются буквой «Л». В простых латунях после буквы «Л» указано содержание основного компонента – меди, а остальное – цинк. Например, латунь марки Л90: 90 % Cu, остальное – Zn.

В сложных латунях каждый легирующий элемент обозначен определённой буквой: А – Al, Ж – Fe, Мц – Mn, О – Sn, С – Pb. Цифры показывают содержание элемента в процентах.



ЛЦ40Мц1,5

Маркировка сложных деформируемых и литейных латуней отличается. В деформируемых латунях после «Л» указана буква, обозначающая определённый легирующий элемент, а потом идут цифры, в которых первая указывает на количество меди, вторая – количество легирующего элемента, остальное – цинк. Например, ЛЖМц59-1-1 (59 % меди, 1 % железа, 1 % марганца, остальное – цинк).

В литейных латунях после «Л» идёт буква «Ц», которая показывает количество Zn, а дальше буквы и цифры, обозначающие легирующие элементы и их содержание. Например, латунь ЛЦ40Мц1,5 содержит: 40 % цинка, 1,5 % марганца, остальное – медь.



# БРОНЗЫ

В зависимости от легирующего элемента бронзы делятся на оловянные, алюминиевые, кремнистые, свинцовые, бериллиевые.

По химическому составу бронзы делятся на :

простые



сложные



По технологическому признаку – на

деформируемые (ГОСТ 5017-74)



литейные (ГОСТ 613-79).



# БРОНЗЫ

Бронзы обозначают буквами Бр, затем в марке идут буквы, которые, как и в латунях, указывают легирующие элементы, и цифры, указывающие содержание их в процентах.

Остальное – количество меди. В деформируемых бронзах сначала идут буквы, а затем – цифры в порядке, который соответствует легирующим элементам: БрОЦ4-2 (4 % олова, 23 % цинка, остальное – медь).



БрО3Ц12С5

В литейных бронзах содержание легирующего элемента в процентах указывается непосредственно после буквы: БрО3Ц12С5 (3 % олова, 12 % цинка, 5 % свинца, остальное – медь).





# БРОНЗЫ

Бронзы делятся на оловянные и безоловянные.

Литейные оловянные бронзы (БрОЗЦ12С5, БрО5ЦНС5) имеют хорошие литейные свойства (малую усадку, высокую жидкотекучесть), и поэтому их используют для изготовления деталей сложной формы.



БрОЦ4-3

Деформируемые оловянные бронзы (БрОЦ4-3, БрОФ6,5-0,4) хорошо свариваются и поступают в виде прутков, труб, лент и проволоки в нагартованном (твердом) и отожженном (мягком) состояниях.

Состояние обозначается буквами: М – мягкая, Т – твёрдая. Эти бронзы чаще применяют для изготовления пружин и пружинящих деталей.



# БРОНЗЫ



Алюминиевые бронзы применяют для различных втулок, фланцев, шестерен. Они хорошо сопротивляются коррозии и имеют высокие механические и технологические свойства.



## БРОНЗЫ



Кремнистые бронзы хорошо обрабатываются давлением, резанием и свариваются. Обладая высокими механическими свойствами, упругостью и коррозионной стойкостью, кремнистые бронзы применяются для изготовления пружин и пружинящих деталей приборов, работающих при повышенных температурах, в агрессивных средах.





## БРОНЗЫ



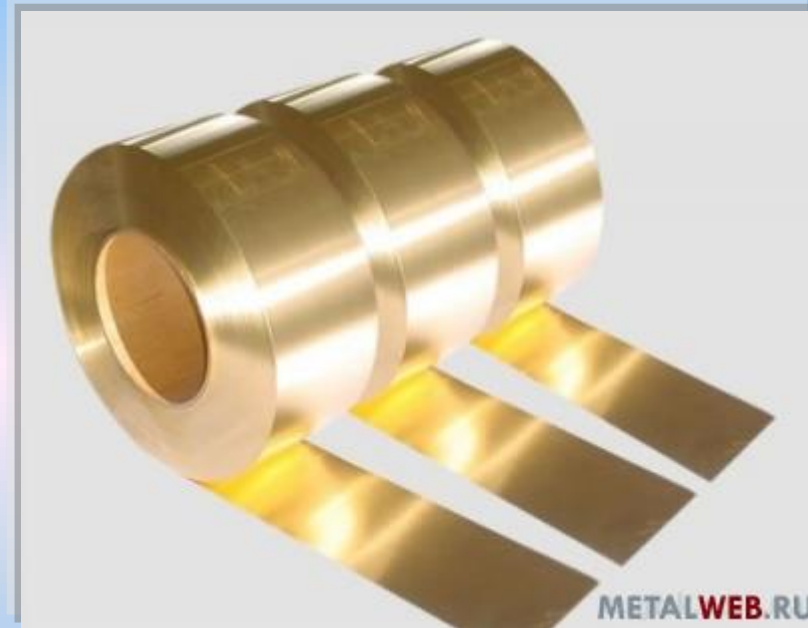
Бериллиевые бронзы относятся к числу бронз, упрочняемых термической обработкой – закалкой и старением. Например, бериллиевую бронзу БрБ2 (Б – бериллий) нагревают под закалку до температуры 760–780 °С, при этой температуре образуется однородный пересыщенный  $\alpha$ -раствор, который сохраняется в результате закалки.



# БРОНЗЫ

После закалки бронза имеет высокую пластичность и малую прочность

Упрочнение происходит в результате старения при температуре 310–320°, когда из пересыщенного  $\alpha$ -раствора выделяются дисперсные частицы  $\gamma$ -фазы.



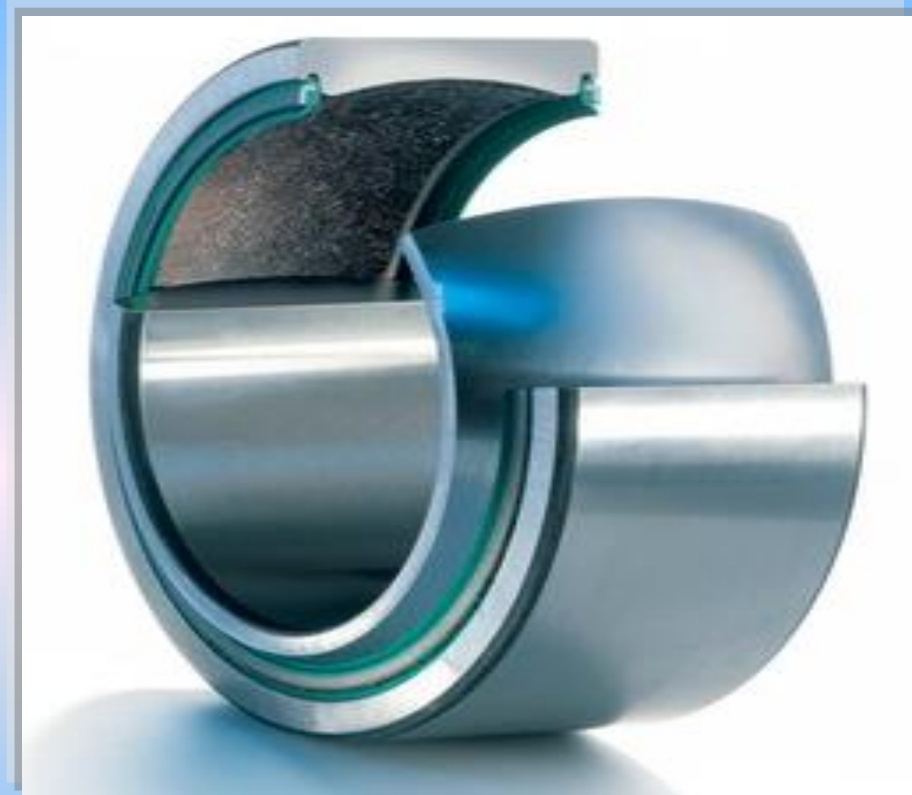
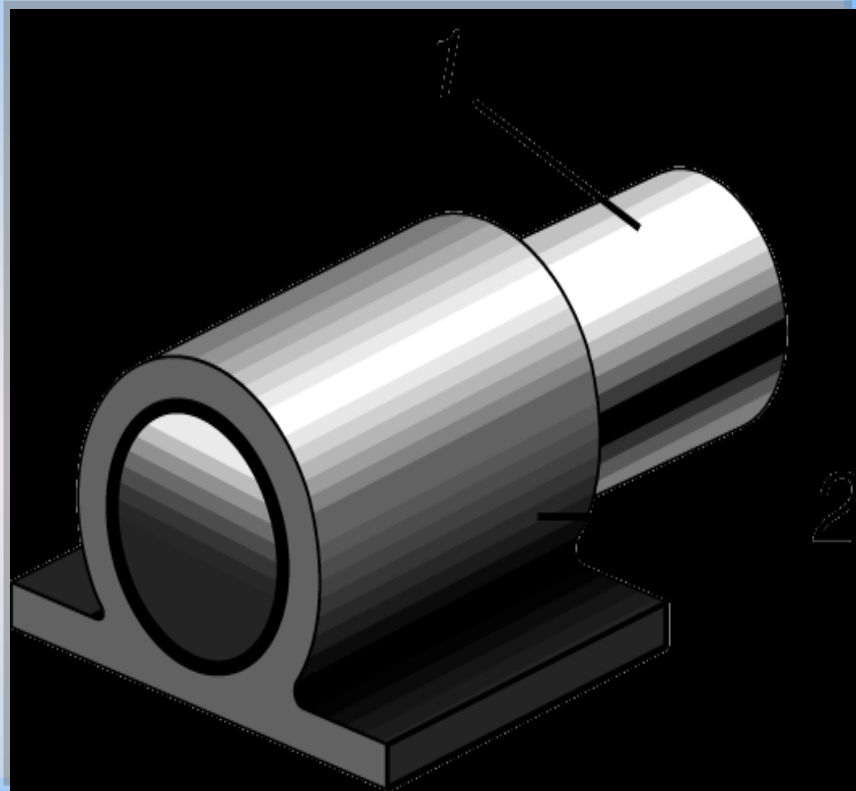
Бериллиевые бронзы хорошо сопротивляются коррозии, свариваются и обрабатываются резанием.

После термической обработки бронзы обладают достаточно высокими значениями временного сопротивления и предела текучести, что делает их незаменимыми при изготовлении мембран, пружин, пружинящих контактов, деталей, работающих на износ.





## БРОНЗЫ



Находят применение также свинцовые бронзы, которые используются в качестве антифрикционных материалов в подшипниках скольжения. Наиболее распространённой маркой является бронза БрС30.

Легирование бронзы свинцом улучшает обрабатываемость резанием.



## Контрольные вопросы

1. Почему содержание цинка в латунях не должно превышать 40–45 %?
2. Какими элементами легируют бронзы?
3. Как делятся латуни по технологическому признаку?
4. Как маркируются латуни?
5. На какие группы делятся бронзы по химическому составу?
6. Как маркируются бронзы?
7. Какими свойствами обладают литейные оловянные бронзы?
8. Какими свойствами обладают алюминиевые бронзы?
9. Охарактеризуйте кремнистые бронзы.
10. Какой упрочняющей термической обработке подвергаются бериллиевые бронзы?



## ТИТАНОВЫЕ СПЛАВЫ

Для получения сплавов титан легируют Al, Mo, V, Mn, Cr, Sn, Fe, Zr, Nb.

Практически все титановые сплавы содержат алюминий. Титановые сплавы имеют малую плотность и высокую удельную прочность, что позволяет уменьшить массу изделия, а также высокую коррозионную стойкость



Титан относится к элементам, которым свойственны полиморфные превращения. Существуют  $\alpha$ - и  $\beta$ -титан. Полиморфное превращение даёт возможность производить упрочняющую обработку титановых сплавов

Технический титан маркируется буквами ВТ и условными цифрами. Например, ВТ1-0 – общее количество примесей  $\leq 0,55\%$ .



## ТИТАНОВЫЕ СПЛАВЫ

Сплавы титана маркируются буквами ВТ, а за ними идут цифры: первая показывает содержание алюминия, вторая – условная.

Например, сплав ВТ5-1 содержит: 5 % Al, а остальные цифры являются условными. При маркировке некоторых титановых сплавов цифры в марке не соответствуют содержанию алюминия, так сплав ВТ8 содержит 6,5 % Al).



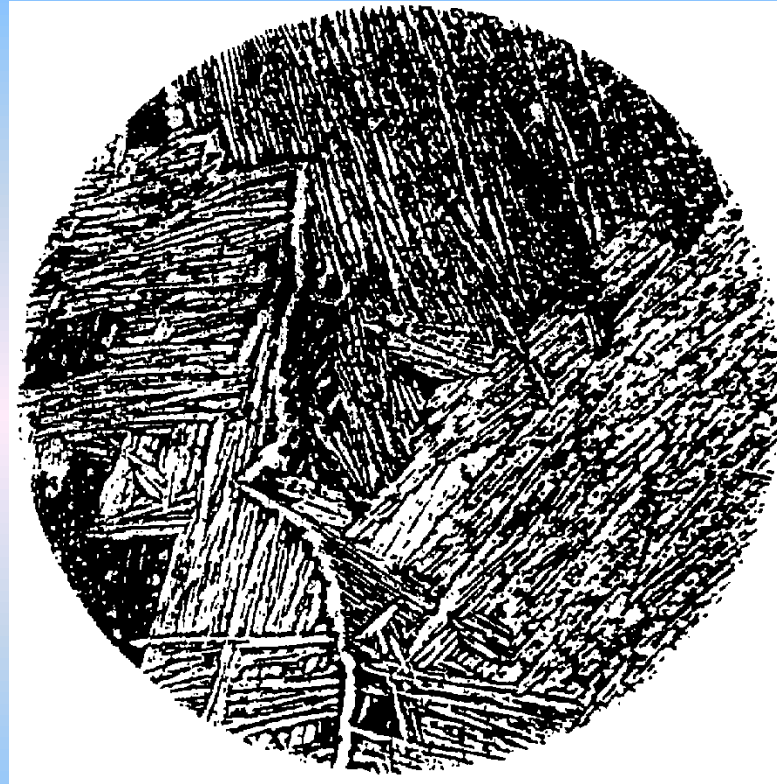
Упрочнение титановых сплавов достигается термической обработкой, включающей закалку и старение.



## ТИТАНОВЫЕ СПЛАВЫ

В отличие от стали при закалке титановых сплавов упрочнение невелико.

Образуется мартенсит, представляющий собой пересыщенный твердый раствор легирующих компонентов в  $Ti\alpha$ .



Для получения необходимых свойств после закалки проводят старение, при котором обеспечивается упрочнение за счёт выделения дисперсных фаз.

Промышленные титановые сплавы для закалки нагревают до температуры 800–950 °С. Старение проводят при температуре 450–600 °С.





## ТИТАНОВЫЕ СПЛАВЫ

Для снижения твердости, повышения пластичности и выравнивания структуры и свойств по сечению применяют отжиг. Для прутков, поковок, профилей и труб температура отжига составляет 750–800 °С.

Для снятия внутренних напряжений, возникающих при механической обработке, листовой штамповке, сварке, детали подвергают отжигу при температуре 550–620 °С.



Для снятия наклепа проводят рекристаллизационный отжиг при температуре 650 °С. Нагрев титановых сплавов производится в электропечах с защитной атмосферой.

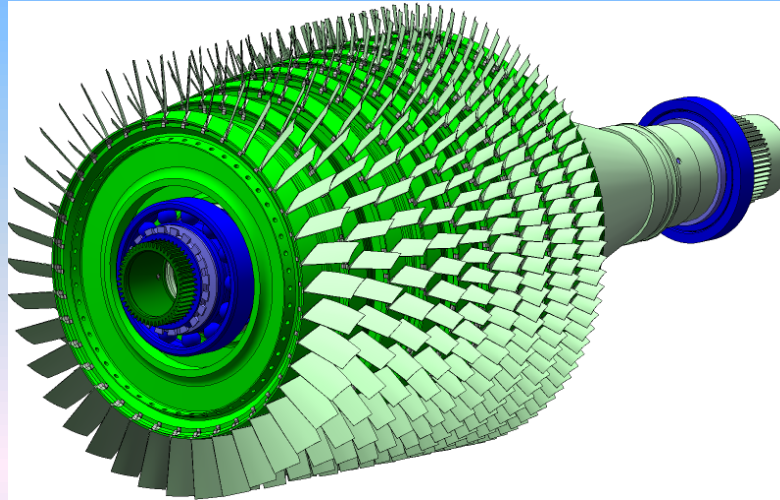
Титановые сплавы подвергают также химико-термической обработке. Для повышения износостойкости трущихся поверхностей применяют азотирование. В поверхностном слое достигается твердость HV 700–1000.



# ТИТАНОВЫЕ СПЛАВЫ

Титановые сплавы по способу производства изделий подразделяют на деформируемые и литейные.

Литейные титановые сплавы по химическому составу практически совпадают с аналогичными деформируемыми. Из таких сплавов получают качественные фасонные отливки

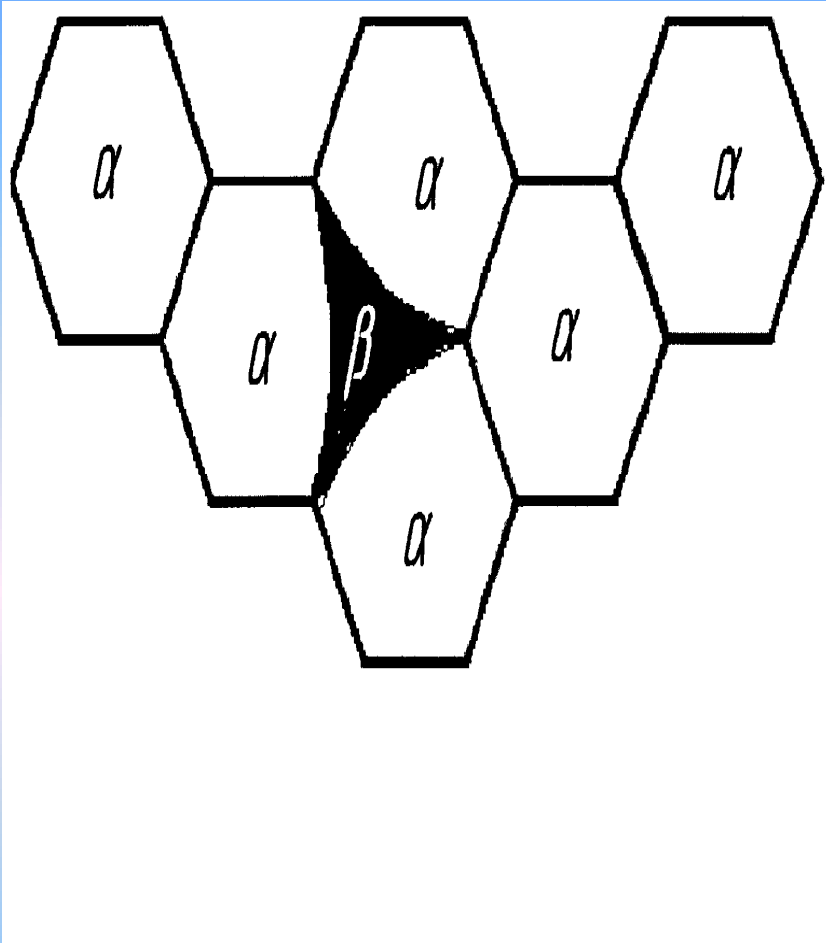


Титан широко используется в авиационной, ракетной, космической технике. В двигателях титан применяется для изготовления деталей воздухозаборника, лопаток и дисков компрессора низкого давления.

По способности к термическому упрочнению титановые сплавы делятся на **термически упрочняемые** и **термически неупрочняемые**. Однофазные  $\alpha$ -сплавы (BT5-1) относятся к термически **неупрочняемым** сплавам. Это – сплавы средней прочности и предназначены для изготовления деталей, работающих в широком диапазоне температур.



## ТИТАНОВЫЕ СПЛАВЫ



.Двухфазные титановые сплавы (BT9, BT14) обладают хорошим сочетанием механических и технологических свойств. Термически упрочняемый сплав BT3-1 предназначен для длительной работы при 400–450 °С.



## Контрольные вопросы

1. Где применяются титановые сплавы?
2. Как маркируются титановые сплавы?
3. Какой химико-термической обработке подвергают титановые сплавы для повышения износостойкости?
4. Какие две модификации титана известны?
5. Как можно упрочнить титановые сплавы?
6. Какая термическая обработка проводится для снятия внутренних напряжений, снижения твердости и повышения пластичности титановых сплавов?





## . АЛЮМИНИЕВЫЕ СПЛАВЫ

По способу изготовления алюминиевые сплавы делят на три группы: деформируемые, литейные, порошковые.

Деформируемые сплавы имеют высокую технологическую пластичность и используются для изготовления прутков, профилей, труб различными способами пластической деформации (прокаткой, ковкой, прессованием и др.).





# . АЛЮМИНИЕВЫЕ СПЛАВЫ

Деформируемые алюминиевые сплавы маркируются по двум системам

буквенно-цифровой

цифровой

По буквенно-цифровой системе согласно ГОСТ 4784-74 деформируемые сплавы маркируются буквами и цифрами. В этой маркировке не заложено какой-либо системы. Отдельным группам присвоены определённые буквы, внутри группы сплавы различаются номером, который стоит после букв. Так например, дуралюмины (алюминиевые сплавы, содержащие медь и магний) обозначаются буквой Д (Д1, Д16).

Характеристика сплавов	Маркировка		Система легирования	Примечания
<b>СПЛАВЫ, УПРОЧНЯЕМЫЕ ДАВЛЕНИЕМ (ТЕРМОНЕУПРОЧНЯЕМЫЕ)</b>				
Сплавы низкой прочности и высокой пластичности, свариваемые, коррозионно-стойкие	АД0	1050А	Тех. алюминий без легирования	Также АД, А5, А6, А7
	АД1	1230		
	АМп	3003	Al – Mn	Также ММ (3005)
	Д12	3004		
Сплавы средней прочности и высокой пластичности, свариваемые, коррозионно-стойкие	АМг2	5251	Al – Mg (Магналий)	Также АМг0.5, АМг1, АМг1.5АМг2.5  АМг4 и т.д.
	АМг3	5754		
	АМг5	5056		
	АМг6	-		
<b>ТЕРМОУПРОЧНЯЕМЫЕ СПЛАВЫ</b>				
Сплавы средней прочности и высокой пластичности  свариваемые	АД31	6063	Al-Mg-Si (Авиали)	Также АВ (6151)
	АД33	6061		
	АД35	6082		
Сплавы нормальной прочности	Д1	2017	Al-Cu-Mg (Дюрали)	Также В65, Д19, ВАД1
	Д16	2024		
	Д18	2117		
Свариваемые сплавы нормальной прочности	1915	7005	Al-Zn-Mg	
	1925	-		
Высокопрочные сплавы	В95	-	Al-Zn-Mg-Cu	Также В93
Жаропрочные сплавы	АК4-1	-	Al-Cu-Mg-Ni-Fe	Также АК4
	1201	2219	Al-Cu-Mn	Также Д20
Ковочные сплавы	АК6	-	Al-Cu-Mg-Si	
	АК8	2014		

По новой системе согласно ДСТУ11069-01 алюминиевые сплавы маркируют цифрами.

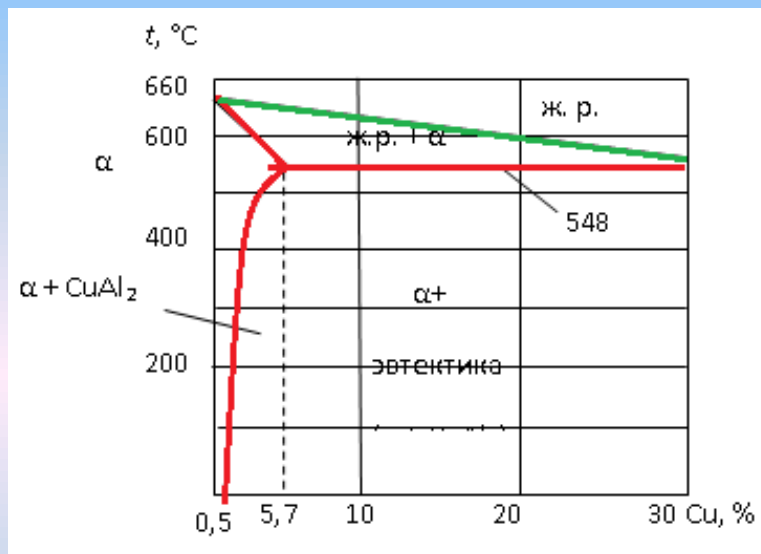


## . АЛЮМИНИЕВЫЕ СПЛАВЫ

По способности упрочняться термической обработкой алюминиевые сплавы делятся на упрочняемые термической обработкой и неупрочняемые.

Упрочняющая термическая обработка дуралюминов, где основным легирующим элементом является медь, заключается в закалке с последующим старением и основана на переменной ограниченной растворимости твердых растворов алюминия с медью и другими легирующими элементами.

Закалка дуралюмина заключается в нагреве сплава выше линии ограниченной растворимости (495–505 °С), выдержке при этой температуре и быстром охлаждении в воде.



Алюминиевый угол диаграммы Al-Cu

. Как видно из диаграммы, при температуре 548 °С в алюминии растворяется максимальное количество меди 5,7 %, а при комнатной – всего 0,5 %. В отожженном состоянии структура сплава, содержащего более 0,5 % Cu, состоит из α-твердого раствора на основе алюминия и избыточных кристаллов CuAl<sub>2</sub>



## . АЛЮМИНИЕВЫЕ СПЛАВЫ

Нагрев приводит к растворению избыточных фаз, а при быстром охлаждении фиксируется структура пересыщенного твердого раствора меди в алюминии

Прочность и твердость в результате закалки несколько повышаются и пластичность сохраняется высокой. Это позволяет производить пластическое деформирование закаленного дуралюмина в холодном состоянии.



твердый раствор алюминия в меди

Пересыщенный твердый раствор является неустойчивым и из него выделяется химическое соединение  $\text{CuAl}_2$ . Этот процесс называется старением.

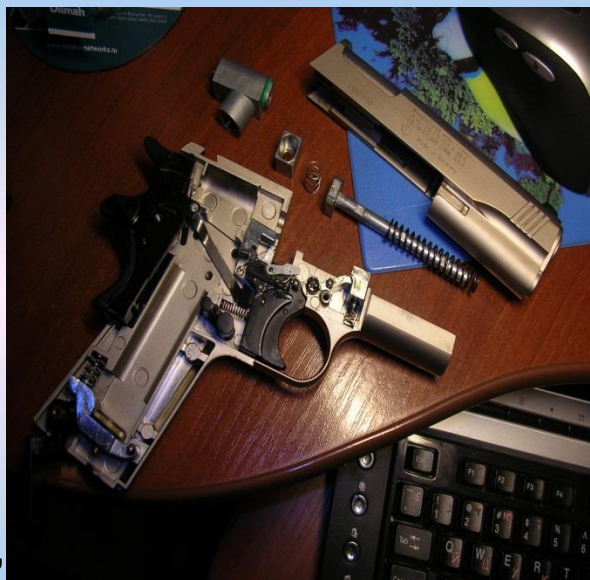
Если старение происходит при комнатной температуре, то оно называется естественным. При этом достигается максимальное упрочнение сплава.



## . АЛЮМИНИЕВЫЕ СПЛАВЫ

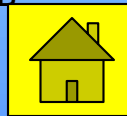
Если старение происходит при повышенной температуре, то оно называется искусственным. При искусственном старении происходит укрупнение частиц  $\text{CuAl}_2$ , что приводит к некоторому снижению прочности по сравнению с естественным старением.

Литейные алюминиевые сплавы согласно ДСТУ 1583-93 маркируются буквой **A** (алюминиевые сплавы) после которой ставят буквы, соответствующие определённому легирующему элементу (например, **K** – кремний, **M** – медь и др.), и цифры, показывающие содержание легирующего элемента в процентах. Например, сплав **AK12M2** содержит ~ **12 % кремния**, **2 % меди**.



Литейные сплавы на основе алюминия являются сплавами состава близкого к эвтектическому. Большинство литейных сплавов в качестве основного легирующего элемента содержат кремний. Эти сплавы называют силуминами: **AK12 (12 % кремния)**, **AK9ч (9 % кремния, вид продукции – чушки)**, **AK7ч** и др.

Следует отметить **цинковые силумины**, которые содержат **(10–14 %) Zn** и **(6–8 %) Si**. Цинк, растворяясь в алюминии, упрочняет твёрдый раствор и позволяет получать отливки с высокими механическими свойствами без применения термической обработки. Такой сплав модифицируется натрием и применяется для сложных по конфигурации и тяжело нагруженных деталей.



## Контрольные вопросы

1. Как классифицируются алюминиевые сплавы по способу изготовления?
2. Что представляет собой дуралюмин?
3. Почему дуралюмин можно подвергать упрочняющей термической обработке и в чем она заключается?
4. Приведите маркировку литейных алюминиевых сплавов.

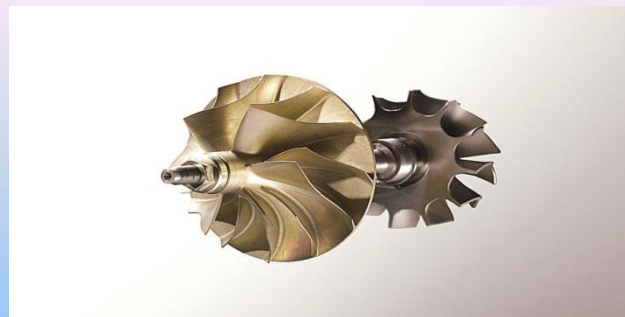




## МАГНИЕВЫЕ СПЛАВЫ

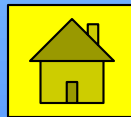
Сплавы на магниевой основе характеризуются малой плотностью (1,74 г/см<sup>3</sup>), высокой удельной прочностью (удельная прочность – предел прочности материала, отнесённый к его плотности), способностью воспринимать ударные нагрузки, хорошей обрабатываемостью резанием.

Основными легирующими элементами магниевых сплавов являются Al, Zn, Mn. Все эти элементы имеют ограниченную раство-римость в магнии.



Для улучшения механических свойств при повышенной температуре магниевые сплавы легируют цирконием, неодимом и ит-трием. Указанные элементы образуют с магнием интерметаллидные фазы, которые позволяют сохранить повышенную прочность до температуры  $\approx 300$  °С.

При охлаждении магниевых сплавов, содержащих Al, Zn, Mn, из твёрдого раствора выделяются вторичные кристаллы упрочняющих фаз, улучшающие механические свойства. Однако упрочняющее действие этих фаз сохраняется только до температуры 150–200 °С.



# МАГНИЕВЫЕ СПЛАВЫ

По способу производства изделий магниевые сплавы делят на деформируемые (ГОСТ 14957-76), предназначенные для обработки давлением (их маркируют буквами **МА**), и литейные (ГОСТ 28561-79) – для получения деталей методом литья (маркируют буквами **МЛ**).

Деформируемые сплавы идут на изготовление горячекатаных прутков, полос, профилей, поковок и др. Сплав **МА1** обладает хорошей пластичностью, свариваемостью и коррозионной стойкостью.



Кронштейн самолета



Деталь судостроения

Сплав **МА14** отличается повышенными механическими свойствами, жаропрочностью (до 250 °С) и не склонен к коррозии под напряжением. К недостаткам этого сплава относится склонность к образованию трещин при горячей прокатке.

Широко применяют литейный сплав **МЛ5**, в котором хорошо сочетаются механические и литейные свойства. Сплав **МЛ10** сохраняет жаропрочность до температуры 300 °С.

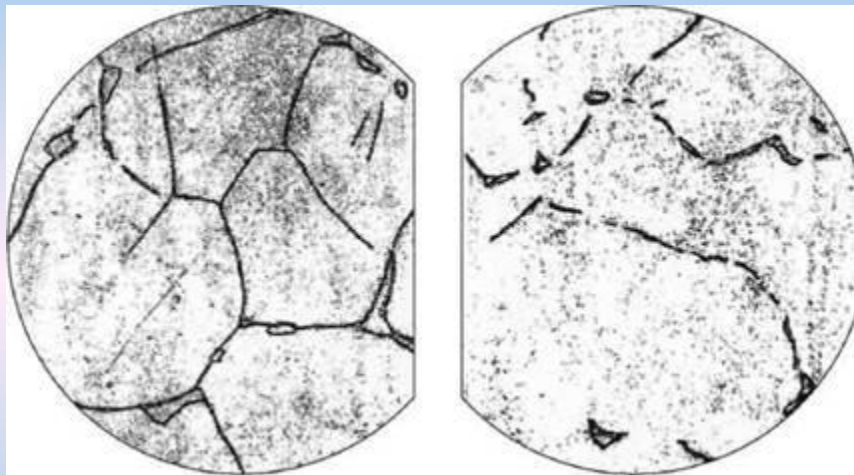


## МАГНИЕВЫЕ СПЛАВЫ

Слитки и фасонные отливки подвергают диффузионному отжигу (гомогенизации) при температуре 400–490 °С в течение 10–24 часов.

Магниевые сплавы делятся на **термически упрочняемые** и **термически неупрочняемые**.

Закалка и старение магниевых сплавов характеризуется рядом особенностей, которые обусловлены малой скоростью протекания в них диффузионных процессов



Структура магниевого сплава

Выдержка при закалке составляет  $\approx 30$  часов, закалку можно осуществлять на воздухе. Искусственное старение производят при температуре  $\approx 200$  °С, продолжительность старения около суток.

**Прочность магниевых сплавов в процессе старения можно повысить только на 20–30 %.**

**Наибольший упрочняющий эффект от термической обработки наблюдается в сплавах магния с иттрием и неодимом.**



## МАГНИЕВЫЕ СПЛАВЫ

Разработанные в последние годы сплавы системы Mg–Zr отличаются высокой технологической пластичностью, удовлетворительной коррозионной стойкостью.

Механические свойства литейных сплавов повышают модифицированием, повышением чистоты сплава, гомогенизацией. Наиболее распространённым и литейными сплавами являются сплавы системы Mg–Al–Zn (МЛ5 и МЛ6).



Коробка передач самолета



Колесо самолета

Из них изготавливают сложные отливки (корпуса приборов), коробки передач в самолётах, корпуса, колёса (в конструкциях автомобилей).

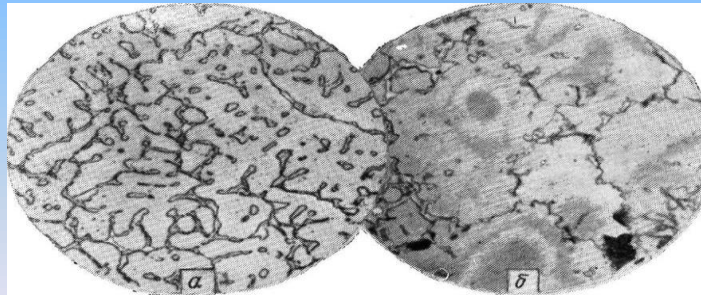




## МАГНИЕВЫЕ СПЛАВЫ

Сплавы системы Mg–Zn–Zr (МЛ12) характеризуются высокими механическими и технологическими свойствами при комнатной и повышенной температурах.

Эти сплавы подвергаются упрочняющей термической обработке, которая состоит из закалки от 400 °С на воздухе и искусственного старения при температуре 150 °С в течение 50 часов.



Структура магниевого сплава



Электрокар из магниевого сплава

Деформируемые магниевые сплавы имеют более высокий комплекс механических свойств после закалки и старения, чем литейные сплавы.

Так, например, деформируемый сплав МА14 имеет следующий комплекс свойств:  $\sigma_{\text{в}} = 350$  МПа,  $\sigma_{0,2} = 300$  МПа,  $\delta = 9$  %, а литейный сплав МЛ12 –  $\sigma_{\text{в}} = 270$  МПа,  $\sigma_{0,2} = 160$  МПа,  $\delta = 6$  %.





## МАГНИЕВЫЕ СПЛАВЫ

Применение магниевых сплавов из-за их большой удельной прочности позволяет уменьшить массу деталей машин.

В самолетостроении из магниевых сплавов изготавливают колеса и вилки шасси, различные рычаги, корпуса приборов, насосов, коробок передач, фонари и двери кабин, детали планера самолета.



Из магниевых сплавов изготавливают также корпуса ракет, обтекатели, корпуса насосов, топливные и кислородные баки, опорные узлы, стабилизаторы.

Прокат из магниевых сплавов находит применение в конструкциях автомобилей, особенно гоночных (колеса, картеры, крышки, маслопомпы), в приборостроении (корпуса и детали приборов, биноклей, кино- и фотоаппаратов).



## Контрольные вопросы

1. Какими элементами легируются магниевые сплавы?
2. Как можно улучшить механические свойства магниевых сплавов при повышенных температурах?
3. На какие группы делятся магниевые сплавы по способу производства?
4. Привести марки магниевых сплавов.
5. Какой термической обработке подвергаются магниевые сплавы?
6. В сплавах магния с какими элементами наблюдается наибольший упрочняющий эффект от термической обработки?
7. Как можно улучшить механические свойства литейных магниевых сплавов?



## АНТИФРИКЦИОННЫЕ СПЛАВЫ

Антифрикционными называются сплавы, обеспечивающие малые потери энергии при работе пары трения и применяемые для подшипников скольжения.

**К антифрикционным сплавам предъявляются такие требования:**

- низкий коэффициент трения;
- хорошая прирабатываемость, т.е. способность к быстрому увеличению реальной площади контакта в начальный период работы трущейся пары;
- малая изнашиваемость трущихся поверхностей;
- достаточная прочность;
- высокая усталостная прочность (контактная выносливость). При низкой контактной выносливости вкладыш покрывается сеткой усталостных трещин, что приводит к выкрашиванию материала;
- хорошая теплопроводность, обеспечивающая отвод тепла от узла трения;
- достаточная коррозионная стойкость;
- хорошие технологические свойства;
- структура материала должна быть микронеоднородной (микрорегетерогенной), содержащей чередующиеся мягкие и твердые структурные составляющие. В процессе работы мягкая составляющая вырабатывается и образуются микровпадины, в которых задерживается смазка.

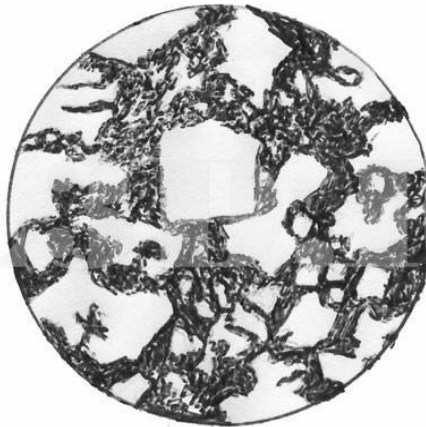


# АНТИФРИКЦИОННЫЕ СПЛАВЫ

Различают следующие виды антифрикционных материалов: баббиты, бронзы, алюминиевые подшипниковые сплавы, анти-фрикционные чугуны, порошковые антифрикционные материалы.

Баббитами называются легкоплавкие сплавы на основе олова или свинца. Баббиты маркируются буквой «Б». В оловянных баббитах за буквой «Б» идут цифры, которые показывают среднее количество олова в процентах.

Микроструктура оловянного баббита марки Б83



Оловянный баббит – Б83 (83 % Sn). Его структура состоит из твердых кристаллов SnSb и  $Cu_3Sn$ , расположенных в мягкой пластичной основе, представляющей собой твёрдый раствор Sb и Cu в олове.

Такая структура обеспечивает низкий коэффициент трения. Основным недостатком оловянных баббитов является их низкая усталостная прочность.

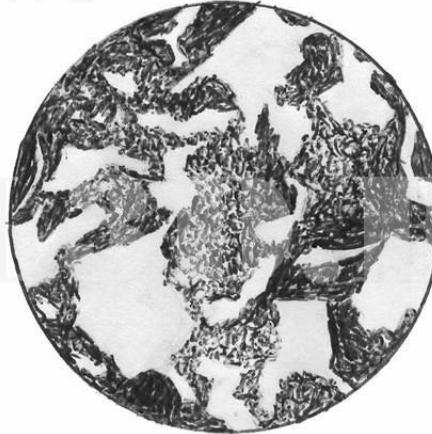


# АНТИФРИКЦИОННЫЕ СПЛАВЫ

Свинцовые баббиты также маркируются буквой «Б», после ко-торой пишут букву, которая обозначает легирующий элемент, и цифры, указывающие на количество данного элемента в процентах.

В свинцовых баббитах основу составляет свинец, кроме того в его состав входит олово, сурьма, медь. Свинцовый баббит БС6 содержит 6 % олова. Этот баббит известен также под маркой СОС6-6. Коэффициент трения свинцового баббита БС6 больше, чем оловянного баббита, однако он превосходит его по усталостной прочности.

Микроструктура свинцового баббита марки БН



Баббиты недостаточно прочны, поэтому они обычно наносятся слоями небольшой толщины на более прочную основу (чаще стальную). Существуют биметаллические и триметаллические вкладыши.

В триметаллических вкладышах между стальной основой и баббитами находится промежуточный пористый медно-никелевый слой. При заливке жидкий баббит затекает в поры подслоя, что обеспечивает хорошее сцепление слоя с основой.





## АНТИФРИКЦИОННЫЕ СПЛАВЫ

В качестве антифрикционных применяются свинцовые и оловянные бронзы.

Эти сплавы прочнее баббитов, поэтому используются для тяжело нагруженных подшипников, работающих при больших удельных давлениях. В качестве антифрикционного материала применяются свинцовая бронза БрС30, оловянные бронзы БрО6, БрО10.



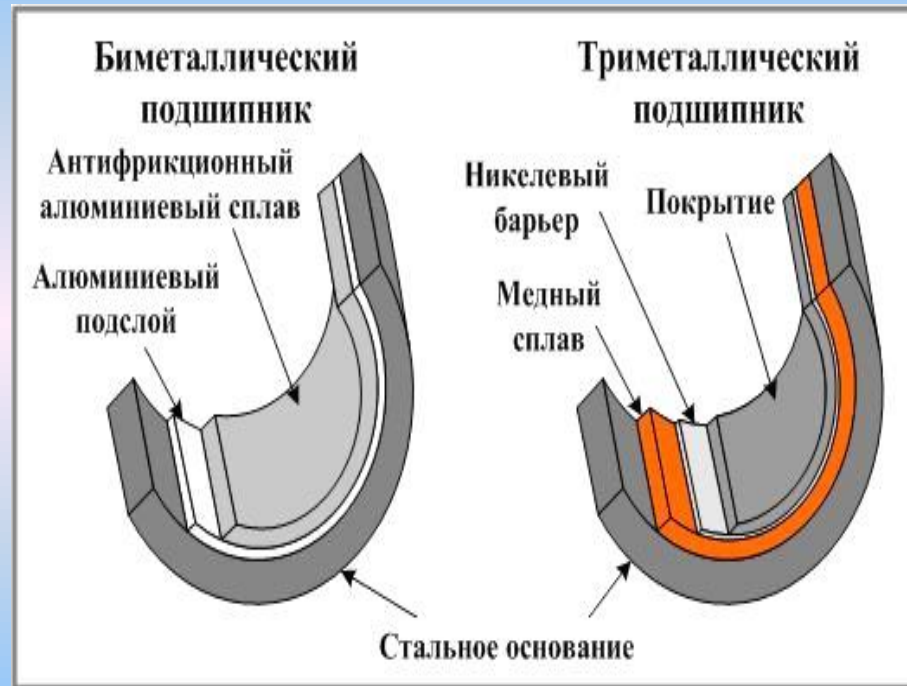
литая деформированная оловянистая бронза



## АНТИФРИКЦИОННЫЕ СПЛАВЫ

Антифрикционные сплавы на основе алюминия легируют Sb, Pb, Mg, Cu.

Их наносят на стальную основу в виде ленты, а сцепление слоев обеспечивается совместной прокаткой. Эти сплавы обладают относительно низким коэффициентом трения, высокими износо-стойкостью и усталостной прочностью



Одним из таких сплавов является АСМ, недостатком которого является пониженная по сравнению с баббитом и бронзой прирабатываемость.

Лучшей прирабатываемостью обладает сплав АО9-2.



## АНТИФРИКЦИОННЫЕ СПЛАВЫ

В качестве антифрикционных материалов применяются графитизированные чугуны с разной формой графита: серые, ковкие и высокопрочные.

Графит выполняет роль мягкой составляющей и способствует удержанию смазки.

Металлическая основа антифрикционных чугунов должна быть перлитной или феррито-перлитной.



Чугун антифрикционный



Чугун антифрикционный

После буквы идут условные цифры, которые соответствуют разному легированию чугунов.  
Примеры маркировки чугунов: АЧС-1, АЧК-1, АЧВ-2.

Антифрикционные чугуны отличаются невысокой стоимостью, однако из-за плохой прирабатываемости применяются в основном для узлов с низкими скоростями скольжения. Они маркируются: АЧС (антифрикционный чугун серый), АЧК (антифрикционный чугун ковкий), АЧВ (антифрикционный чугун высокопрочный).



## АНТИФРИКЦИОННЫЕ СПЛАВЫ

Порошковые антифрикционные сплавы применяются обычно для втулок или колец и изготавливаются из порошков железа и графита; бронзы и графита; железа, меди и графита по обычной техно-логии порошковой металлургии – прессование с последующим спеканием.

Чаще всего используются железо-графитовая композиция (ЖГр2, ЖГр3). При спекании часть графита растворяется в железной матрице. После спекания антифрикционные порошковые изделия подвергаются пропитке маслом, которое проникает в поры (пористость составляет 15–20 %) и частично поглощается графитом.



Подшипник становится самосмазывающимся. Такие подшипники устанавливаются в трудных для смазки местах.

Введение в железо-графитную смесь небольшого количества меди улучшает свойства порошковых антифрикционных материалов. Расплавляясь при спекании, медь заполняет поры и тем самым обеспечивается повышение комплекса механических свойств.



## Контрольные вопросы

1. Какие требования предъявляются к антифрикционным материалам?
2. Какая структура у оловянного баббита Б-83?
3. Сравнить свойства оловянного и свинцового баббита.
4. Описать триметаллические вкладыши.
5. Какие бронзы применяются в качестве антифрикционного материала?
6. Какие известны антифрикционные сплавы на основе алю-миния?
7. Что выполняет роль мягкой составляющей в антифрикционных чугунах?
8. Из каких компонентов состоят порошковые антифрикционные сплавы?
9. Как можно улучшить свойства порошковых антифрикционных материалов?





На самостоятельную работу выносятся:

1. Применение цветных сплавов в современном автомобилестроении

# Литература

Гладкий И.П. Технология конструкционных материалов и материаловедение /И.П. Гладкий,В.И.Мощенок,В.П.Тарабанова - Х.:ХНАДУ,2014.-576с.

Лахтин Ю.М. Материаловедение: учебн. для машиностроительных вузов/Ю.М.Лахтин,В.П.Леонтьева.-М.:Машиностроение,1990.-528с.

<http://dl.khadi.kharkiv.edu/course/view>.    Логин: glushkova639





# Кафедра технології металів і матеріалознавства

E-mail [diana.borisovna@gmail.com](mailto:diana.borisovna@gmail.com)

**Автор: доц. Глушкова Д.Б.  
Lect15\_1M\_TKMIM\_GDB\_10.02.15**

