

Омский государственный технический университет
кафедра «Электроника»

Дисциплина
Радиоматериалы и радиокомпоненты

Лекция 6. Конструкционные материалы

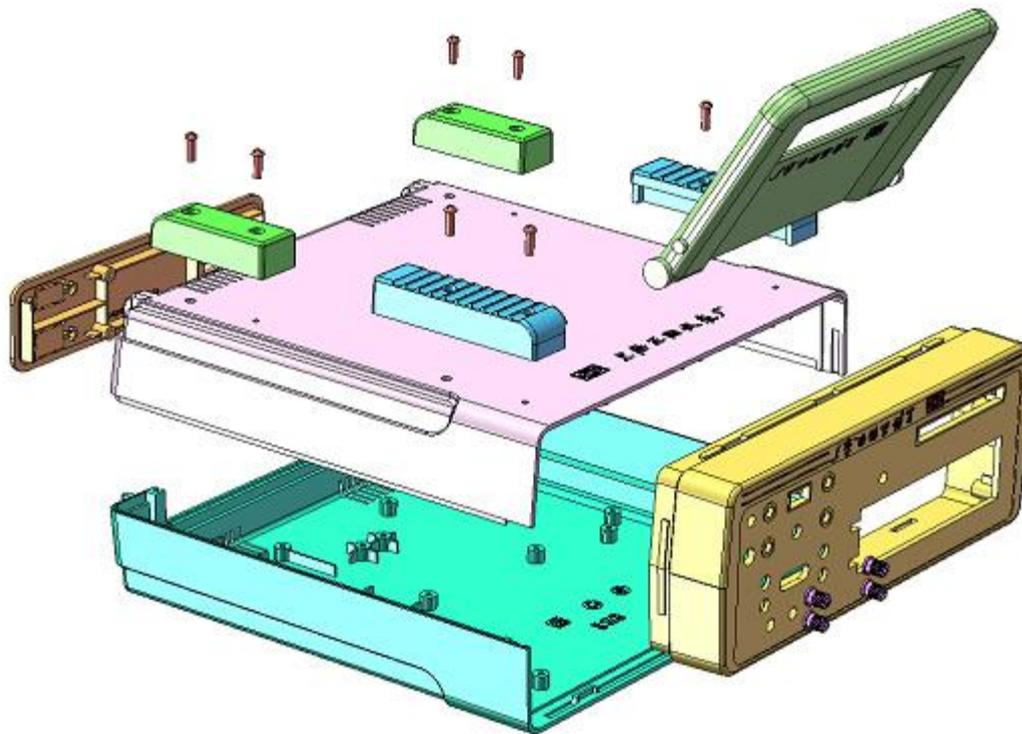
Доцент, к.т.н. Пономарёв Д.
Б.



Содержание лекции:

- 1.Классификация и свойства конструкционных материалов
- 2.Железо и его сплавы
- 3.Цветные металлы и сплавы
- 4.Пластмассы
- 5.Композиционные материалы

Конструкционными называют материалы, предназначенные для изготовления деталей машин, приборов, инженерных конструкций, подвергающиеся механическим нагрузкам



Классификация

По составу:

- Сплавы на основе железа
- Цветные сплавы
- Пластмассы
- Композиционные и др.

По применению:

- Универсальные
- Жаропрочные
- С высокими упругими свойствами
- Износостойкие
- Устойчивые к коррозии

Свойства:

- Механические
- Физико-химические
- Технологические

Свойства. **Механические:**

1. Твердость
2. Упругость
3. Вязкость
4. Пластичность
5. Линейное расширение
6. Хрупкость
7. Прочность
8. Усталость

Свойства. **Физико-химические:**

1. Цвет
2. Плотность
3. Температура плавления
4. Теплопроводность
5. Тепловое расширение
6. Коррозионная стойкость
7. Электропроводность
8. Магнитные свойства

Свойства. Технологические:

1. Ковкость
2. Свариваемость
3. Обрабатываемость резанием
4. Усадка и др.

Определяются комплексом физико-химических свойств материала

Механические свойства металлов: сталей и сплавов.

прочность, упругость, вязкость, твердость. Зная механические свойства, конструктор обоснованно выбирает соответствующий материал, обеспечивающий надежность и долговечность конструкций при их минимальной массе. Механические свойства определяют поведение материала при деформации и разрушении от действия внешних нагрузок.

В зависимости от условий нагружения механические свойства могут определяться при:

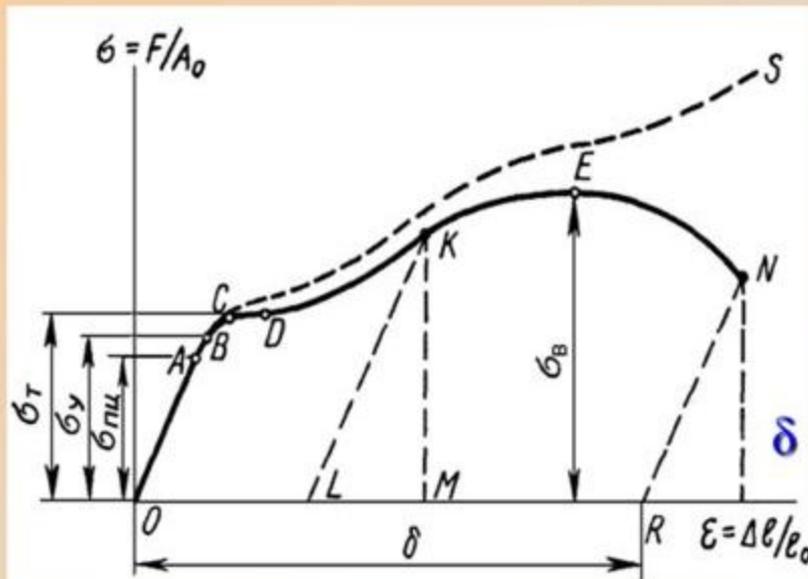
- *Статическом нагружении* – нагрузка на образец возрастает медленно и плавно.
- *Динамическом нагружении* – нагрузка возрастает с большой скоростью, имеет ударный характер.
- *Повторно, переменном или циклическом нагружении* – нагрузка в процессе испытания многократно изменяется по величине или по величине и направлению.

Для получения сопоставимых результатов образцы и методика проведения механических испытаний регламентированы ГОСТами.

Прочность – способность материала сопротивляться деформациям и разрушению.

Испытания проводятся на специальных машинах, которые записывают диаграмму растяжения, выражающую зависимость удлинения образца Δl (мм) от действующей нагрузки P , то есть $\Delta l = f(P)$. Но для получения данных по механическим свойствам перестраивают: зависимость относительного удлинения Δl от напряжения δ .

Диаграмма растяжения пластичных материалов



$\sigma_{\text{пл}}$ – предел пропорциональности

E – модуль продольной упругости (модуль Юнга)

σ_y – предел упругости

σ_b – предел прочности (временное сопротивление)

σ_r – предел текучести

δ – относительное удлинение

при разрыве

$$\delta = \frac{l_1 - l}{l} \cdot 100\%;$$

участок **OA** на диаграмме соответствует упругой деформации материала, когда соблюдается закон Гука. Напряжение, соответствующее упругой предельной деформации в точке **a**, называется **пределом**

Предел прочности σ_B – напряжение, соответствующее максимальной нагрузке, которую выдерживает образец до разрушения (временное сопротивление разрыву).

Пластичность – способность материала к пластической деформации, то есть способность получать остаточное изменение формы и размеров без нарушения сплошности. Это свойство используют при обработке металлов давлением.

Характеристики:

• **относительное удлинение:**
$$\delta = \frac{l_x - l_0}{l_0} 100\% = \frac{\Delta l_{\text{ост}}}{l_0} 100\%$$

l_0 и l_k – начальная и конечная длина образца;

$\Delta l_{\text{ост}}$ – абсолютное удлинение образца, определяется измерением образца после разрыва.

• **относительное сужение:**

F_0 – начальная площадь поперечного сечения;
$$\Psi = \frac{F_0 - F_k}{F_0} 100\%$$

F_k – площадь поперечного сечения в шейке после разрыва

- Относительное сужение более точно характеризует пластичность и служит технологической характеристикой при листовой штамповке.
- Пластичные материалы более надежны в работе, так как для них меньше вероятность опасного хрупкого разрушения.

ЖЕЛЕЗО И ЕГО СПЛАВЫ

Чистое железо – металл серебристо – белого цвета. Атомный номер 26, атомная масса 55,85. Чистое железо, которое может быть получено в настоящее время, содержит 99,999% Fe. Температура плавления железа 1539 гр.С. Магнитные свойства железа сильно зависят от его чистоты и режимов технической обработки.



Сплавы, содержащие до 2,14% углерода, называют *сталью*; сплавы содержащие более 2,14% углерода – *чугуном*. По сравнению со сталью чугуны обладают лучшими литейными свойствами, в частности, более низкими температурами плавления, и имеют меньшую усадку.



Диаграмма состояния железо-углерод



1. Сталь

Является многокомпонентным сплавом, содержащим углерод и ряд постоянных или неизбежных примесей: Mn, Si, S, O, N, H и др., которые оказывают влияние на ее свойства. Присутствие этих примесей объясняется трудностью их удаления

Конструкционными называют стали, применяемые для изготовления деталей машин, конструкций и сооружений. Конструкционными сталями могут быть **углеродистые и легированные стали**.

Конструкционная сталь должна иметь и хорошие технологические свойства: хорошо обрабатываться давлением и резанием, быть не склонной к шлифовочным трещинам, обладать высокой прокаливаемостью и малой склонностью к обезуглероживанию, деформациям и трещинообразованию при закалке.

Стали классифицируют по химическому составу, качеству, степени раскисления, структуре, прочности и назначению.

По качеству стали классифицируют на стали **обыкновенного качества,**
качественные,
высококачественные и
особо высококачественные.

Под **качеством** стали понимают совокупность свойств, определяемых металлургическим процессом ее производства.

Однородность химического состава, строения и свойств стали, а также ее технологичность во многом зависят от содержания газов (кислорода, водорода, азота) и вредных примесей – серы и фосфора.

По степени раскисления и характеру затвердевания стали классифицируют **на спокойные, полуспокойные и кипящие.**

Раскисление – процесс удаления из жидкого металла кислорода, проводимый для предотвращения хрупкого разрушения стали при горячей деформации.

Легированные стали

- Автоматные стали
- Конструкционные низколегированные стали.
- Конструкционные цементуемые легированные стали.
- Конструкционные улучшаемые легированные стали.
- Мартенситностареющие высокопрочные стали.

Недостатками высоколегированных хромоникельмолибденованадиевых сталей являются трудность их обработки резанием и большая склонность к образованию флокенов.

Стали применяют для изготовления наиболее ответственных деталей турбин и компрессорных машин, для которых требуется материал особой прочности в

Чугун

Сплавы железа с углеродом ($> 2,14\%$) называют чугуном. Различают следующие группы чугунов: **серый, высокопрочный с шаровидным графитом и ковкий.**

Серый чугун

представляет собой сплав Fe – Si – C, содержащий в качестве неизбежных примесей Mn, P и S. В структуре серых чугунов большая часть или весь углерод находится в виде графита



Серые чугуны по их применению можно разделить на группы:

1. Ферритные и ферритно-перлитные чугуны применяют для изготовления малоответственных деталей, испытывающих небольшие нагрузки в работе.

2. Перлитные чугуны применяют для отливки станин мощных станков и механизмов, поршней, цилиндров, деталей, работающих на износ в условиях больших давлений.

3. Антифрикционные чугуны применяют для изготовления подшипников скольжения, втулок и других деталей, работающих при трении о металл. *Белый и отбеленный чугун* обладает высокой твердостью и хрупкостью.

Чугуны с шаровидным графитом имеют более высокие механические свойства, не уступающие литой углеродистой стали, сохраняя при этом хорошие литейные свойства и обрабатываемость резанием, способность гасить вибрации, износостойкость и т. д.

Высокопрочный чугун получают присадкой в жидкий чугун небольших добавок некоторых щелочных или щелочноземельных металлов. Чаще для этой цели применяют магний.

Ковкий чугун получают длительным нагревом при высоких температурах отливок из белого чугуна. Имеет пониженное содержание углерода и кремния. Что способствует повышению пластичности.

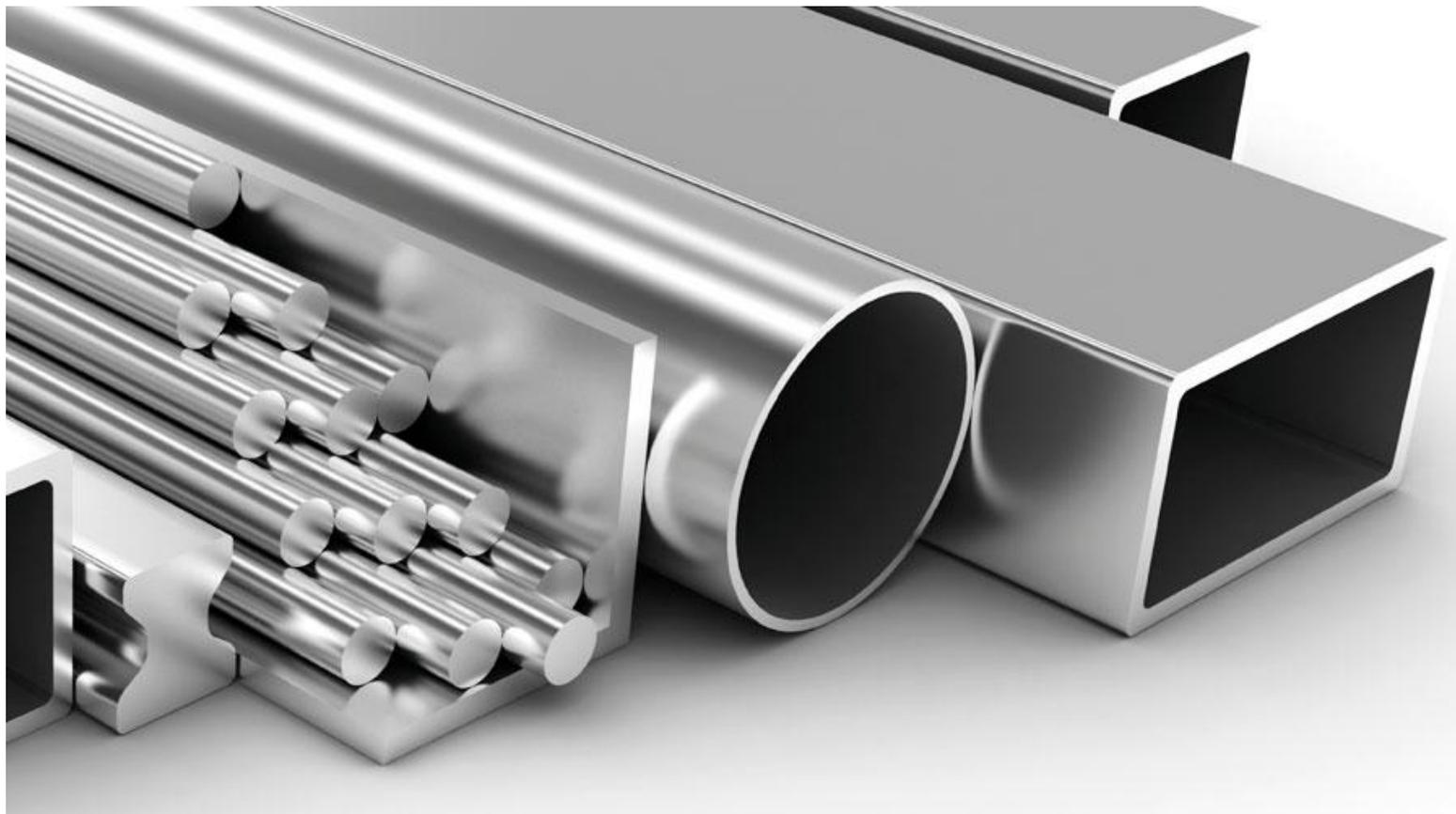
Ковкий чугун применяют главным образом для изготовления тонкостенных деталей в отличие от высокопрочного магниевого чугуна, который используют для деталей большого сечения.

ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ И СПЛАВЫ

Сплавы на основе железа - сталь, чугун - даже самые прочные имеют все же высокую плотность, и тем самым очень тяжелы для изготовления ряда изделий. Например, в самолетостроении необходимы прочные и легкие материалы.

Легкими принято считать металлы и сплавы, плотность которых меньше половины плотности железа - это около 3.5 г/см^3 . К ним относятся алюминий Al (2.7 г/см^3), магний Mg (1.74 г/см^3), бериллий Be (1.82 г/см^3). Наибольшее распространение получили материалы на основе алюминия

АЛЮМИНИЙ И ЕГО СПЛАВЫ



Алюминий и его сплавы

- Алюминий - металл серебристо-белого цвета с матовым оттенком - имеет гранецентрированную кубическую решетку с параметром 0.404 нм. Температура плавления 660°C , кипения - 2060°C . Алюминий не имеет полиморфных превращений.
- Алюминий высокой чистоты имеет низкие механические свойства: $\sigma_{\text{в}} = 50 - 60 \text{ МПа}$; $\sigma_{0.2} = 15 - 20 \text{ МПа}$; твердость - 25НВ; $\delta = 40\%$; $\phi = 85\%$.

Марки алюминия

- Согласно ГОСТа 11069-74 существует алюминий **особой чистоты** (марка А999, который имеет 0.001% примесей), **высокой чистоты** (марки А995; А99; А97; А95, где 0.005% и более примесей) и **технической чистоты** (марки А85; А8; А7; А6; А0 - (0,15–1% примесей)). Токоведущие детали изготавливают из алюминия технической чистоты марок А85, А8, А7, А6.

Классификация по технологическим свойствам

- Алюминиевые сплавы подразделяются в основном на деформируемые и литейные.
- Деформируемые сплавы легко поддаются обработке давлением и предназначены для прокатки,ковки, прессования.
- Литейные сплавы имеют хорошую жидкотекучесть, хорошо заполняют литейные формы, их используют для фасонного литья.
- Деформируемые сплавы - в зависимости от химического состава, делятся на сплавы с **естественной твердостью**, т. е. не поддающиеся упрочнению при термической обработке, и **термически упрочняемые сплавы**.

Деформируемые сплавы

- Первая группа сплавов содержит мало легирующих элементов (Mg, Mn) и применяется вместо чистого алюминия в тех случаях, когда его прочность недостаточна. Легируют обычно магнием в количестве 0.5 - 5%, а марганцем - до 1.2%. прочность материалов увеличивают холодной деформацией (наклепом).

упрочняемые термической
обработкой. Имеется очень
много сплавов, которые
упрочняются закалкой с
последующим старением. Это
обычно многокомпонентные
сплавы, которые вводятся с
целью повышения: прочностных
свойств - Cu, Mg, Zn;
жаропрочности - Fe,

Маркировка алюминиевых

СПЛАВОВ

- Алюминиевые сплавы маркируются следующим образом. Сначала указывается тип сплава:
- Д – дуралюмин; А – технический алюминий; АК – алюминиевый ковочный сплав; АЛ – алюминиевый литейный сплав; В – высокопрочный сплав.
- Далее указывается условный номер сплава и обозначение, характеризующее состояние сплава:
- Т – термически обработанный (закалка

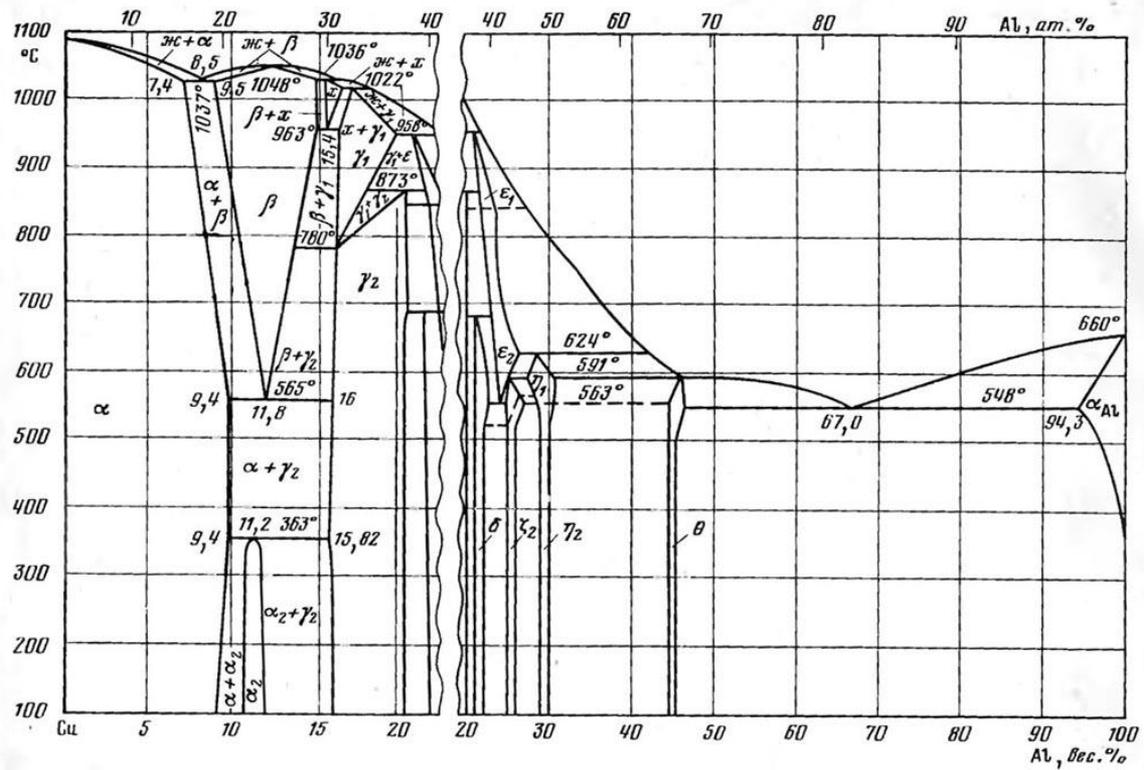
Химический состав и механические свойства некоторых деформируемых алюминиевых сплавов

Марка сплава	Основные элементы (% по массе) ¹					Типичны е механич. свойства ³		
	Cu	Mg	Zn	Si	Mn	предел прочности s_b , Мн/м ²	предел текучести $s_{0,2}$, мн/м ²	относит. удлинение d, %
АМг1	< 0,01	0,5-0,8		< 0,05		120	50	27,0
АМг6	< 0,1	5,8-6,8	< 0,2	< 0,4	0,5-0,8	340	170	20,0
АК6	1,8—2,6	0,4-0,8	< 0,3	0,7-1,2	0,4-0,8	390	300	10,0
АК8	3,9—4,8	0,4-0,8	< 0,3	0,6-1,2	0,4—1,0	470	380	10,0
Д1	3,8—4,8	0,4-0,8	< 0,3	< 0,7	0,4-0,8	380	220	12,0
Д16	3,8—4,9	1,2-1,8	< 0,3	< 0,5	0,3-0,9	440	220	19,0
Д19	3,8—4,3	1,7-2,3	< 0,1	< 0,5	0,5-1,0	460	340	12,0
В65	3,9—4,5	0,15-0,3	< 0,1	< 0,25	0,3-0,5	400	--	20,0
В92	< 0,05	3,9-4,6	2,9-3,6	< 0,2	0,6-1,0	450	320	13,0
В93	0,8—1,2	1,6-2,2	6,5-7,3	< 0,2	< 0,1	480	440	2,5
В95	1,4—2,0	1,8-2,8	5,0-7,0	< 0,5	0,2-0,6	560	530	7,0
В96	2,2—2,8	2,5-3,5	7,6-8,6	< 0,3	0,2-0,5	670	630	7,0

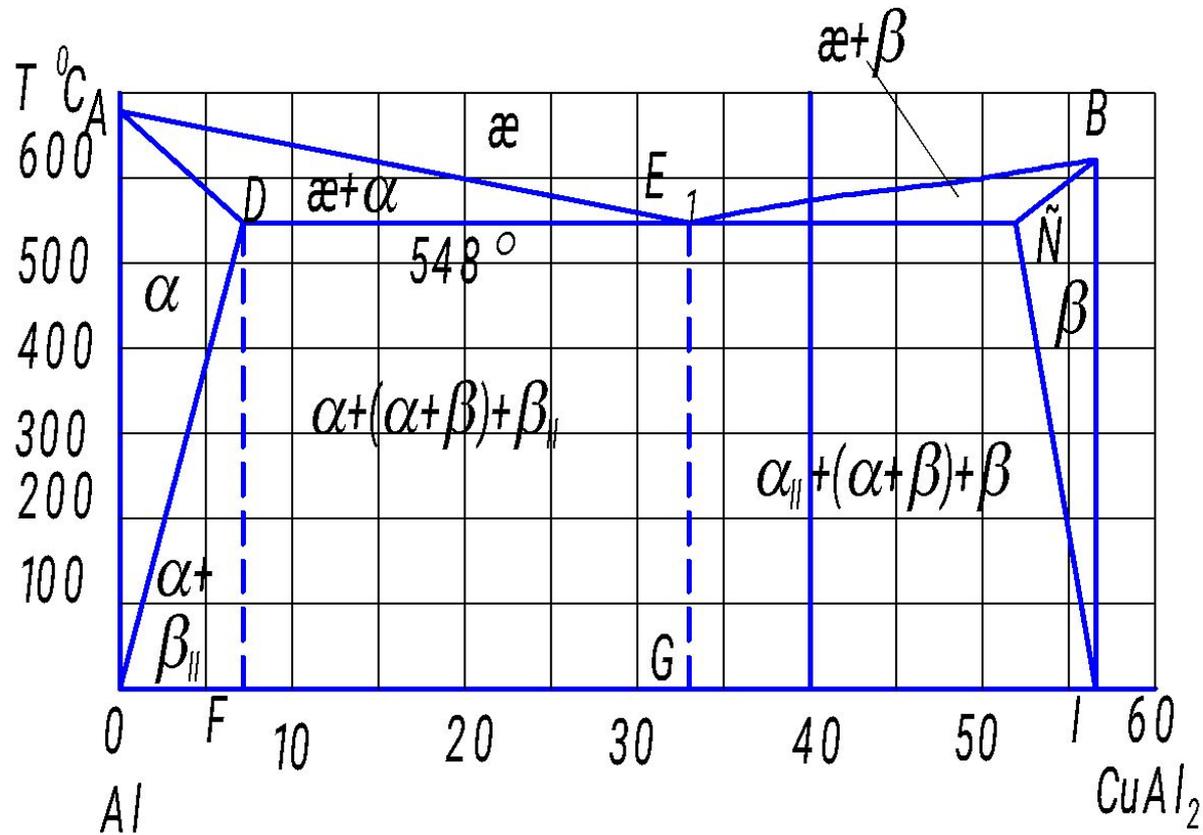
Химический состав и механические свойства некоторых литейных алюминиевых сплавов

Марка сплава	Элементы (% по массе)				Типичные механические свойства		
	Cu	Mg	Mn	Si	предел прочности s_b , Мн/м ²	предел текучести $s_{0,2}$, мн/м ²	относит. удлинение d , %
АЛ8		9,5-11,5	0,1	0,3	320	170	11,0
АЛ2	0,8	—	0,5	10-13	200	110	3,0
АЛ9	0,2	0,2-0,4	0,5	6-8	230	130	7,0
АЛ4	0,3	0,17-0,3	0,25-0,5	8-10,5	260	200	4,0
АЛ5	1,0-1,5	0,35-0,6	0,5	4,5-5,5	240	180	1,0
АЛ3	1,5-3,5	0,2-0,8	0,2-0,8	4,0-6,0	230	170	1,0
АЛ25	1,5-3,0	0,8-1,2	0,3-0,6	11-13	200	180	0,5
АЛ30	0,8-1,5	0,8-1,3	0,2	11-13	200	180	0,7
АЛ7	4-5	0,03	—	1,2	230	150	5,0
АЛ1	3,75-4,5	1,25-1,75	—	0,7	260	220	0,5
АЛ19	4,5-5,3	20,05	0,6-1,0	0,3	370	260	5,0
АЛ24	0,2	1,5-2,0	0,2-0,5	0,3	290	—	3,0

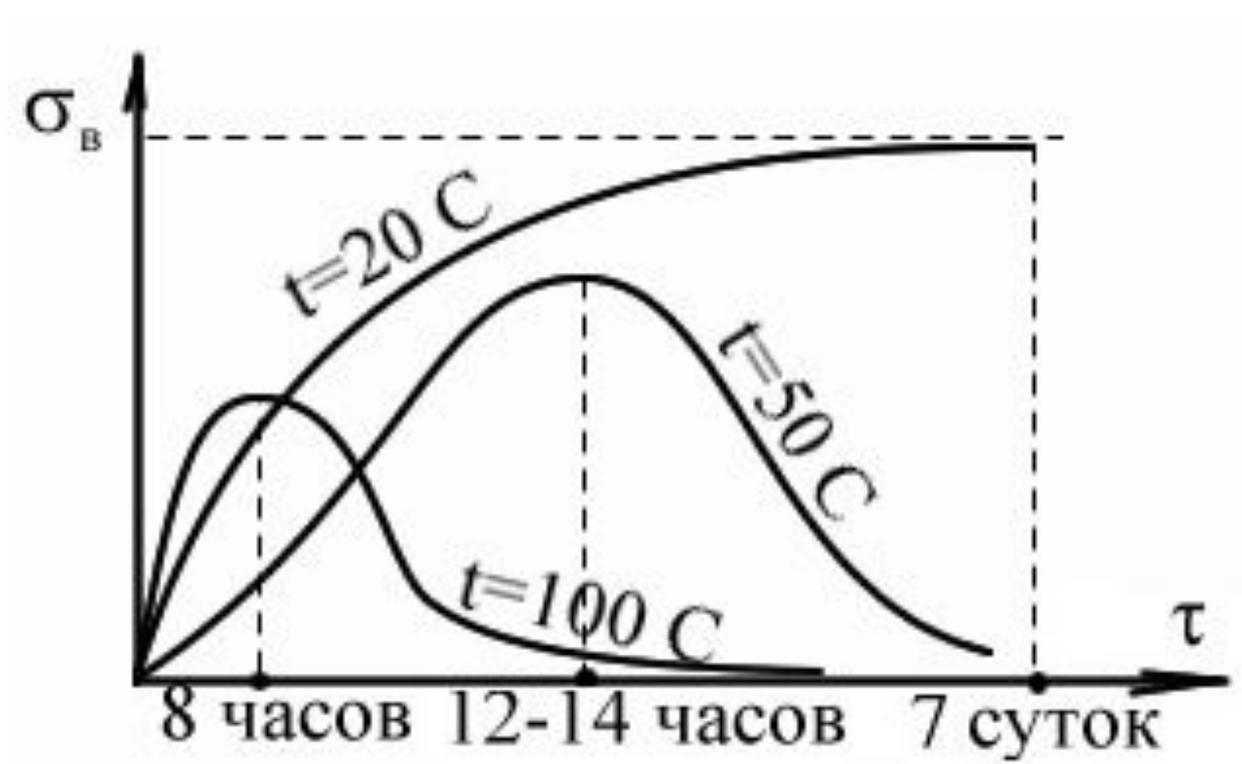
Диаграмма состояния Cu - Al



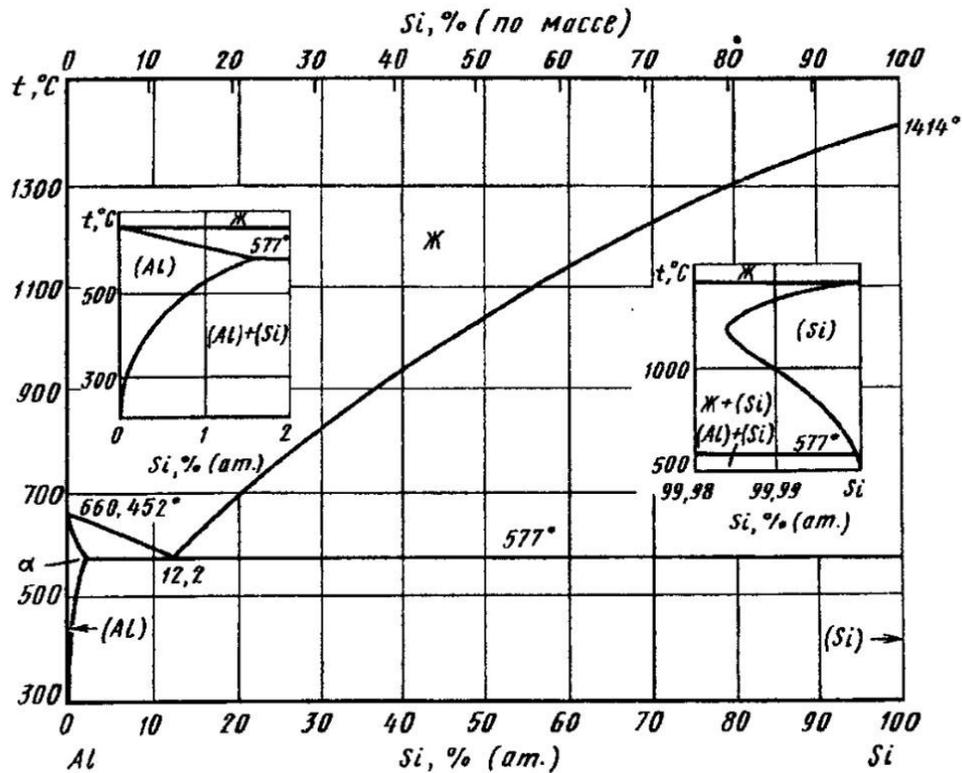
Термическая обработка



Свойства сплава после старения (предел прочности)



Литейные алюминиевые сплавы СИЛУМИН



Свойства силумина

- Механические свойства обычного силумина низки - $\sigma_{\text{в}} = 100 - 120 \text{ МПа}$ и $\delta = 3-5\%$. Улучшения структуры, а также повышения механических свойств добиваются модифицированием, что позволяет получить $\sigma_{\text{в}} = 240 - 260 \text{ МПа}$ при $\delta = 18 - 20 \%$.
- Для повышения механических и эксплуатационных свойств силумин иногда легируют Mg, Cu, Mn, Ni - при этом не подвергают закалке и последующему искусственному старению

Спеченные алюминиевые сплавы (САС)

- Спеченные алюминиевые сплавы получают методом порошковой металлургии. Частицы имеют диаметр от нескольких микрон до миллиметров и характеризуются малой ликвацией. Высокая скорость охлаждения частиц ($100\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{с}$) достигаемая, например, распылением жидкого металла струей нейтрального газа, позволяет получать аномально пересыщенные твердые растворы: предельная растворимость легирующих элементов

Спеченные алюминиевые сплавы (САС)

- Особый интерес представляют САС с элементами, которые практически нерастворимы в алюминии при обычных условиях. Сплавы представляют собой алюминиевую матрицу с равномерно распределенными дисперсными включениями второй фазы. В процессе технологической операции горячего прессования (400–450 °С) из пересыщенного твердого раствора выпадают дисперсные частицы интерметаллидных фаз, которые и

Спеченная алюминиевая пудра

(САП)

- Спеченная алюминиевая пудра (САП) упрочняется дисперсными частицами окиси алюминия, нерастворимой в алюминии. При размоле пудры в шаровых мельницах на ее частицах образуется тончайшая пленка окислов алюминия. Различают САП по содержанию Al_2O_3 . Марки САП, применяемые в России, содержат 6–23 % Al_2O_3 . Различают САП-1 с содержанием 6–9, САП-2 — с 9–13, САП-3 — с 13–18 % Al_2O_3 . С увеличением объемной концентрации оксида алюминия возрастает прочность композиционных материалов. При комнатной температуре характеристики прочности САП-1 - $\sigma_B = 280$ МПа, $\sigma_{0,2} = 220$ МПа; САП-3 - $\sigma_B = 420$ МПа, $\sigma_{0,2} = 340$ МПа.

Спеченная алюминиевая пудра

- Материалы типа САП (САП) обладают высокой жаропрочностью и превосходят все деформируемые алюминиевые сплавы. Даже при температуре 500 °С их σ_B не менее 60–110 МПа. Жаропрочность объясняется тормозящим действием дисперсных частиц на процесс рекристаллизации. Характеристики прочности сплавов типа САП весьма стабильны. Испытания длительной прочности сплавов типа САП-3 в течение 2 лет практически не повлияли на уровень свойств.

Влияние температуры испытаний на механические свойства сплавов САП

$T_{\text{исп}}, ^\circ\text{C}$	20	100	200	300	400	500
$\sigma_{0,2}, \text{МПа}$	265	235	190	155	120	105
$\sigma_{\text{в}}, \text{МПа}$	380	315	235	175	130	105
$\delta, \%$	7,0	6,5	5,0	3,5	2,0	2,5

МЕДЬ И ЕЁ СПЛАВЫ



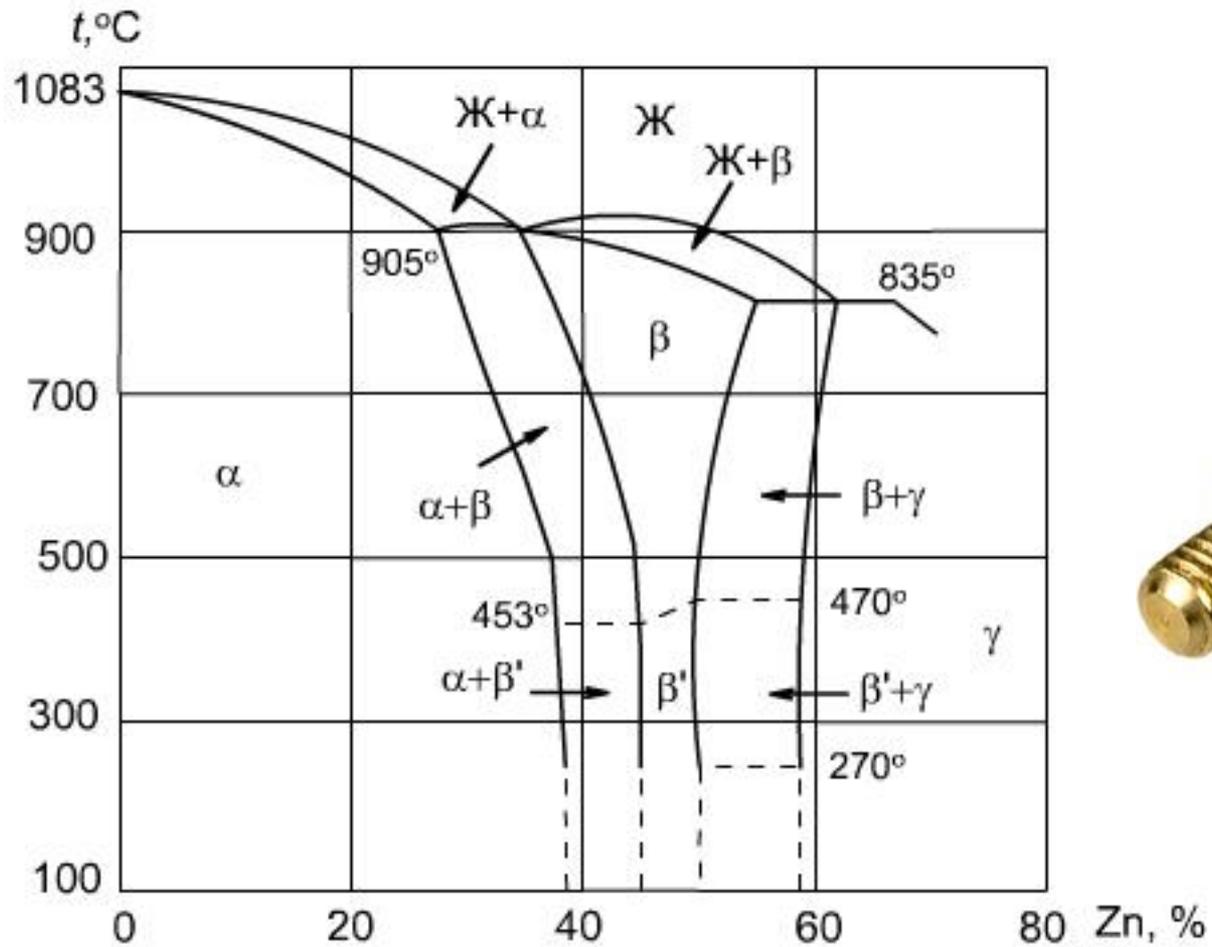
Медь и ее сплавы

- Медь имеет гранецентрированную кубическую решетку с параметром 3.61 А. Полиморфных превращений нет, температура плавления - 1083° С. Медь - металл очень технологичен - хорошо сваривается, паяется, легко обрабатывается давлением. В отожженном состоянии медь имеет $\sigma_B = 200 - 250 \text{ МПа}$ и $\delta = 40 - 50\%$. Медь имеет высокую теплопроводность и электропроводность, примеси уменьшают эти свойства

Маркировка меди

- В зависимости от количества примесей различают следующие марки меди: М00 (99.99% Cu), М0 (99.97% Cu), М2 (99.7% Cu) и т.д. по ГОСТ 859-78

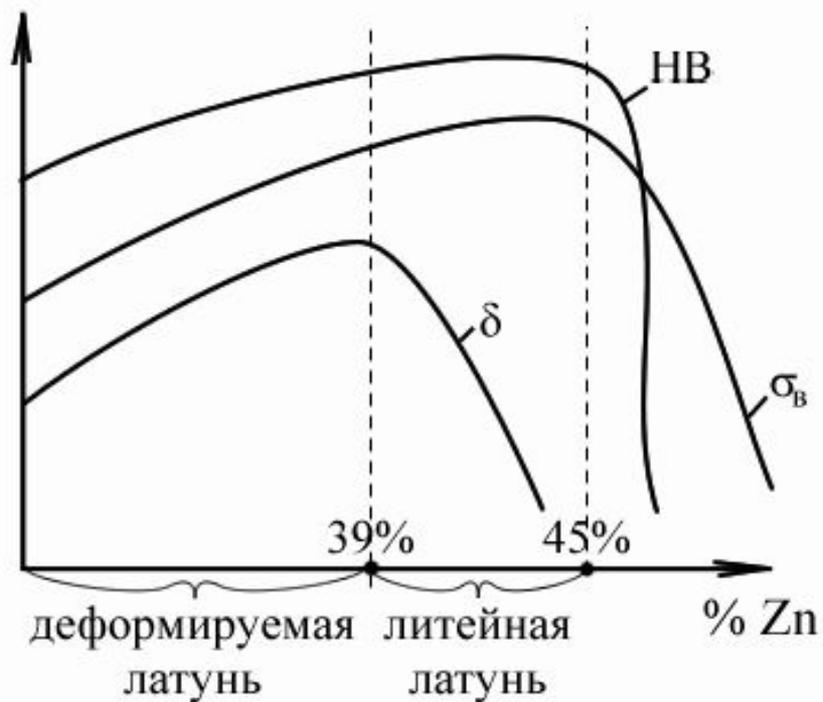
Латуни



Маркировка латуни

- Маркируются двойные латуни буквой Л - латунь, а затем цифра, показывающая содержание меди в %. В специальных латунях после буквы Л следуют буквы русского алфавита, обозначающие легирующий элемент: А - Al, Н - Ni, К - Si, С - Pb, О - Sn, Ж - Fe, Мц - Mn, Ф - P, Б - Be. После букв ставятся цифры, показывающие среднее содержание меди и легирующих элементов в %:
- Л96 - 96%Cu + 4%Zn; Л68 - 68% Cu + 32% Zn; ЛО70-1 - 70% Cu + 1% Sn+29% Zn; ЛК80-3 - 80%Cu+3%Si+ 17% Zn; ЛН65-5 - 65%Cu+5%Ni+30%Zn.

Свойства латуни



Бронзы

- Бронзы - это сплавы меди со всеми другими элементами, кроме цинка, и называют их с прилагательным, указывающим на второй компонент. В зависимости от легирования механические свойства бронзы сильно изменяются - от 200 до 750МПа. Бронзы подразделяются на: алюминиевые, оловянистые, кремнистые, берилловые и т.д.

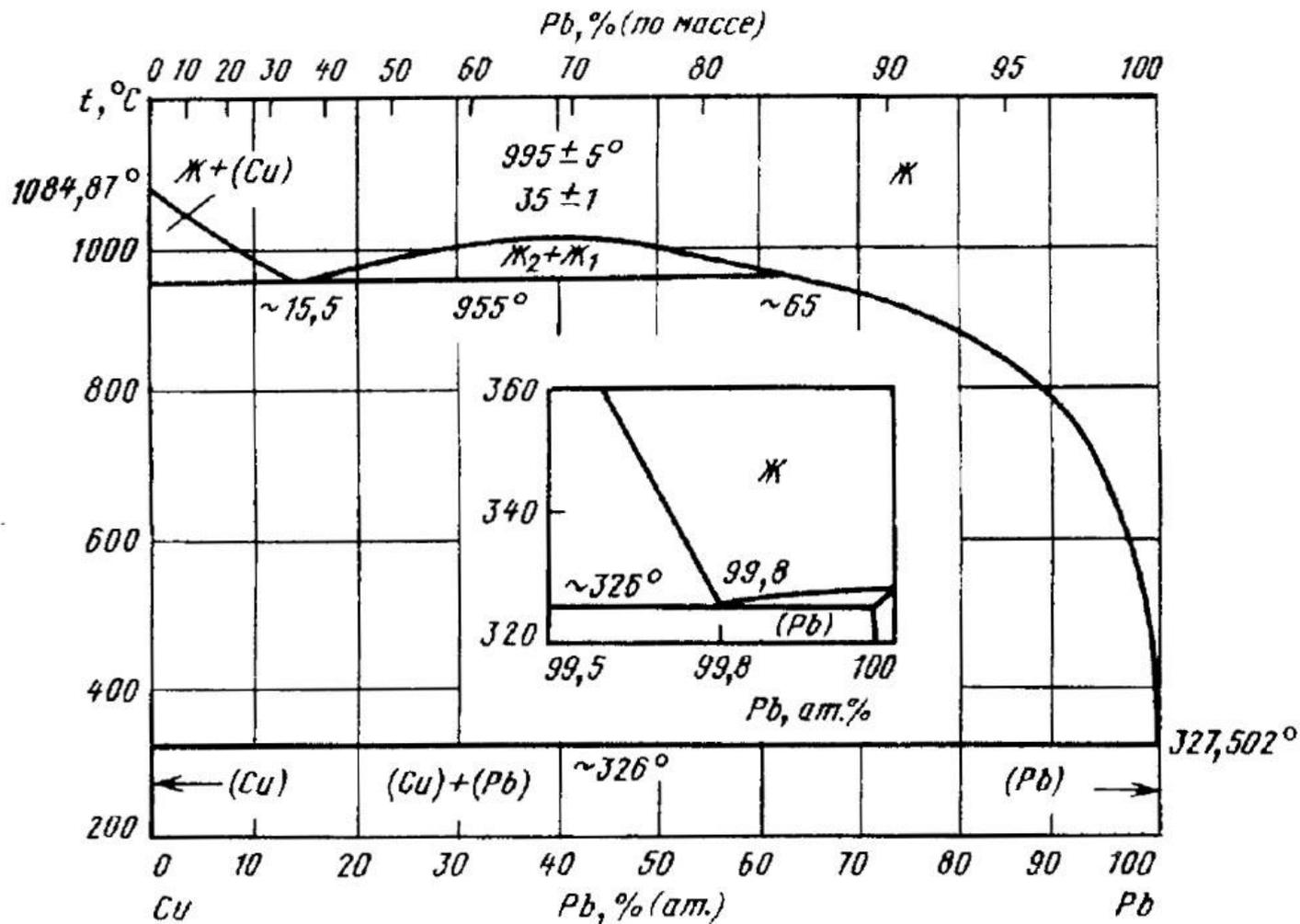


Маркировка бронз

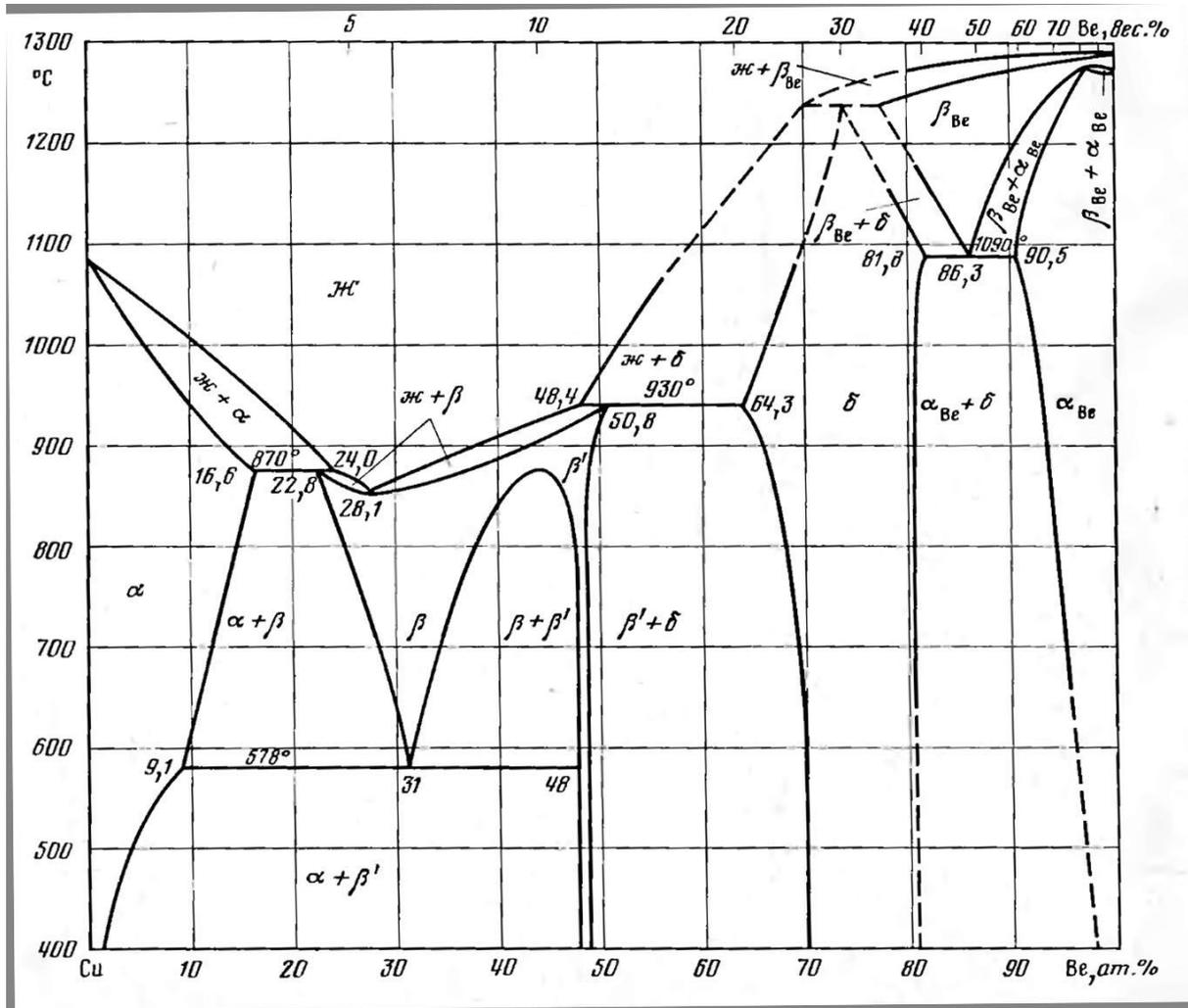
- Маркируют бронзы буквами «Бр», за которыми следуют буквы и цифры, указывающие на название и содержание в % легирующих элементов.
- БрОФ10-1 - 10%Sn + 1%P остальное Cu.
- БрС30 - 30%Pb остальное Cu.
- БрКМц3-1 - 3%Si + 1%Mn, остальное Cu.

Оловянистые бронзы, как и другие цветные сплавы, делятся на деформируемые - $< 10\%Sn$ и литейные $>10\%Sn$. Когда-то бронзы получали свои названия по назначению - колокольная (20 - $30\%Sn$), зеркальная (30 - $35\%Sn$), монетная (4 - $10\%Sn$), пушечная (8 - $18\%Sn$)

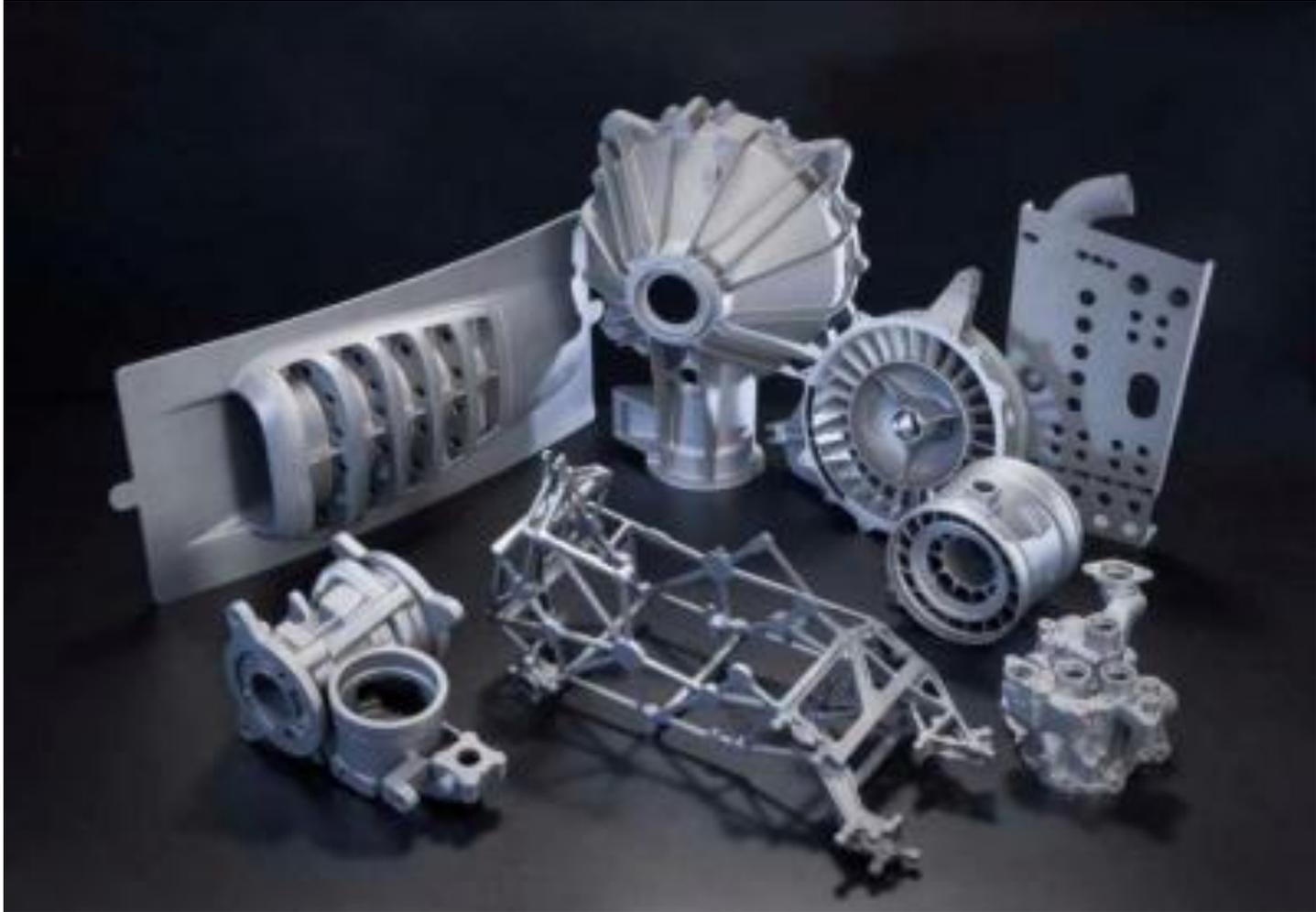
Свинцовистые бронзы



Бериллиевые бронзы



МАГНИЙ И ЕГО СПЛАВЫ



Магний и его сплавы

- *Магний* – легкий (плотность $\rho = 1,74$ г/см³), блестящий серебристо-белый металл с температурой плавления 650° С, тускнеющий на воздухе вследствие образования на поверхности окисной пленки. Магний имеет ГПУ решетку с периодами: $a = 0,320$ нм, $c = 0,520$ нм. Механические свойства литого магния: $\sigma_B = 115$ МПа, $\delta = 8\%$.

Деформируемые магниевые сплавы

- Магний плохо деформируется при нормальной температуре: в гексагональной решетке скольжение происходит по одной плоскости базиса. При повышении температуры до 200–450°C возникает скольжение по дополнительным кристаллографическим плоскостям, технологическая пластичность большинства сплавов становится высокой. Поэтому все операции по обработке давлением магниевых сплавов проводят при температурах 360–520°C и обязательно при

Литейные магниевые сплавы

- Отливки получают всеми известными способами литья (литьем в землю, в кокиль, под давлением). Во избежание горения заливаемого металла, в состав формовочных земель вводят защитные присадки; кокили окрашивают специальными красками, в состав которых входит борная кислота. При затвердевании магниевые сплавы дают большую линейную усадку. Отливки из сплавов с цирконием имеют более мелкозернистую

Промышленные марки МАГНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Группа сплавов	Классификация сплавов	Марки литейных магниевых сплавов	Марки деформируемых магниевых сплавов
I	Сплавы средней прочности	МЛ3	МА1, МА2, МА8, МА2-1, МА20
II	Сплавы высокой прочности	МА4, МЛ5, МЛ6, МЛ8, МЛ12, МЛ15	МА5, МА14, МА15, МА19
III	Жаропрочные сплавы	МЛ9, МЛ10, МЛ11, МЛ19	МА11, МА12
IV	Сплавы пониженной плотности, содержащие литий		МА18, МА21

Химический состав промышленных сплавов

Тип сплава	Химический состав, %												
	основные компоненты					примеси, не более							
	Al	Zn	Mn	Zr	Nd	Al	Si	Fe	Ni	Cu	Mn	Be	Ca
	Литейные сплавы												
Mg – Al – Zn	8	0.5	0.2	-	-	-	0.25	0.06	0.01	0.1	-	-	0.1
Mg – Zn – Zr	8	До 4.5	0.2	0.7	-	-	0.08	-	-	-	-	-	-
Mg – Nd – Zr	-	0.4	-	0.7	2.5	0.02	0.03	0.01	-	0.03	-	-	-
	Деформируемые сплавы												
Mg – Al – Zn	4	1	0.5	-	-	-	0.15	0.05	-	0.05	-	0.02	0.1
Mg – Zn – Zr	-	5.5	-	0.5	-	0.05	0.05	0.05	-	0.05	0.1	0.02	-

ТИТАН И ЕГО СПЛАВЫ



Открытие титана

- Первооткрывателем титана считается 28-летний английский монах Уильям Грегор. В 1790 г., проводя минералогические изыскания в своем приходе, он обратил внимание на распространенность и необычные свойства черного песка в долине Менакэна на юго-западе Англии и принялся его исследовать. В песке священник обнаружил крупницы черного блестящего минерала, притягивающегося обыкновенным магнитом. Полученный в 1925 г. Ван Аркелем и де Буром иодидным методом чистейший титан оказался пластичным и технологичным металлом со многими ценными свойствами, которые привлекли к нему внимание широкого круга конструкторов и инженеров. В 1940 г. Кролль предложил магниетермический способ извлечения титана из руд, который является основным и в настоящее время. В 1947 г. были выпущены первые 45 кг технически чистого титана.

Титан

- Титан – легкий металл, его плотность при 0°C составляет всего $4,517 \text{ г/см}^3$, а при 100°C – $4,506 \text{ г/см}^3$.
- Температура плавления - $1668 \pm 3^{\circ}\text{C}$
- Имеет полиморфное превращение при температуре 882°C
- α -титан - плотноупакованная гексагональная решетка
- β -титан - с ОЦК решёткой

Свойства губчатого титана

Ti, %	99.99	99.8	99.6	99.5	99.4
HB	100	145	165	195	225

Маркировка губчатого титана

- Титановую губку маркируют буквами ТГ, затем следует цифра, показывающая твердость выплавленных из нее эталонных образцов (ТГ100, ТГ110 и т. д.). Очевидно, более высокая цифра показывает на меньшую чистоту металла.

Применение титана

- Основная часть титана расходуется на нужды авиационной и ракетной техники и морского судостроения. Титан (ферротитан) используют в качестве лигирующей добавки к качественным сталям и как раскислитель. Технический титан идет на изготовление емкостей, химических реакторов, трубопроводов, арматуры, насосов, клапанов и других изделий, работающих в агрессивных средах. Из компактного титана изготавливают сетки и другие детали электровакуумных приборов, работающих при высоких температурах

Легирование титана

- Как и в случае легирования железа, так и в данном случае основное значение имеет способность к растворению легирующего элемента в титане и влияние его на положение критической точки (температура $\alpha=\beta$ -превращения).
- В соответствии с этим все элементы разделены на группы *A* и *B*. К группе *A* отнесем элементы, неограниченно (или значительно) растворимые в титане, а к группе *B* — ограниченно растворимые в титане, которые при сравнительно небольшом их количестве образуют химические соединения с титаном (*титаниды*).

Твердые растворы титана

- Элементы, атомные радиусы которых не отличаются от атомного радиуса титана более чем на 12—15%, как правило, образуют неограниченные твердые растворы (группа А). В противном случае значительной растворимости быть не может, и образуются ограниченные твердые растворы и промежуточные химические соединения титана $TiMe$ — титаниды (группа Б)

Стабилизаторы

- Если элемент изоморфен α -титану, т. е. имеет гексагональную кристаллическую решетку, то он расширяет α -область (I класс); если элемент изоморфен β -титану, т. е. имеет кубическую объемно-центрированную решетку, то он расширяет β -область (II класс). Элементы I класса называют *α -стабилизаторами*, элементы второго класса *β -стабилизаторами*

Диаграмма состояния Ti - W

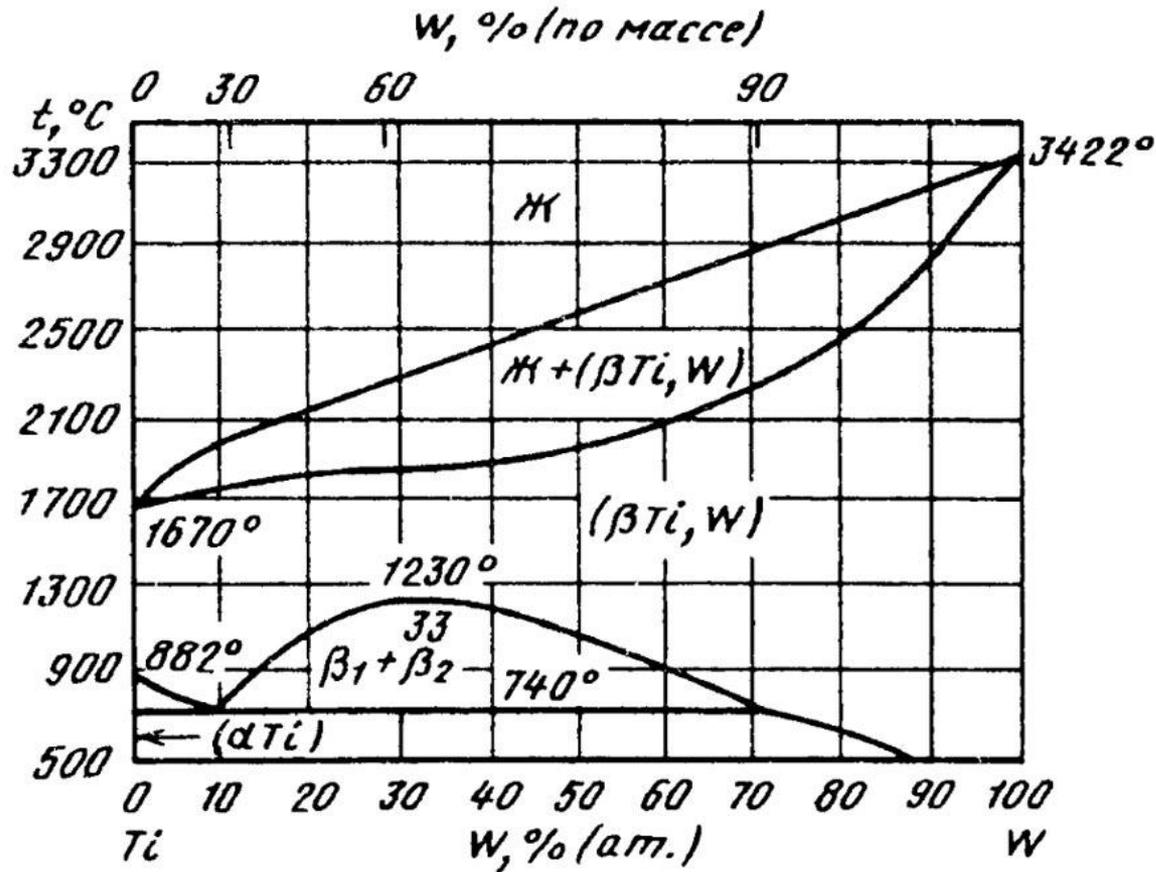


Диаграмма состояния Тi - Мо

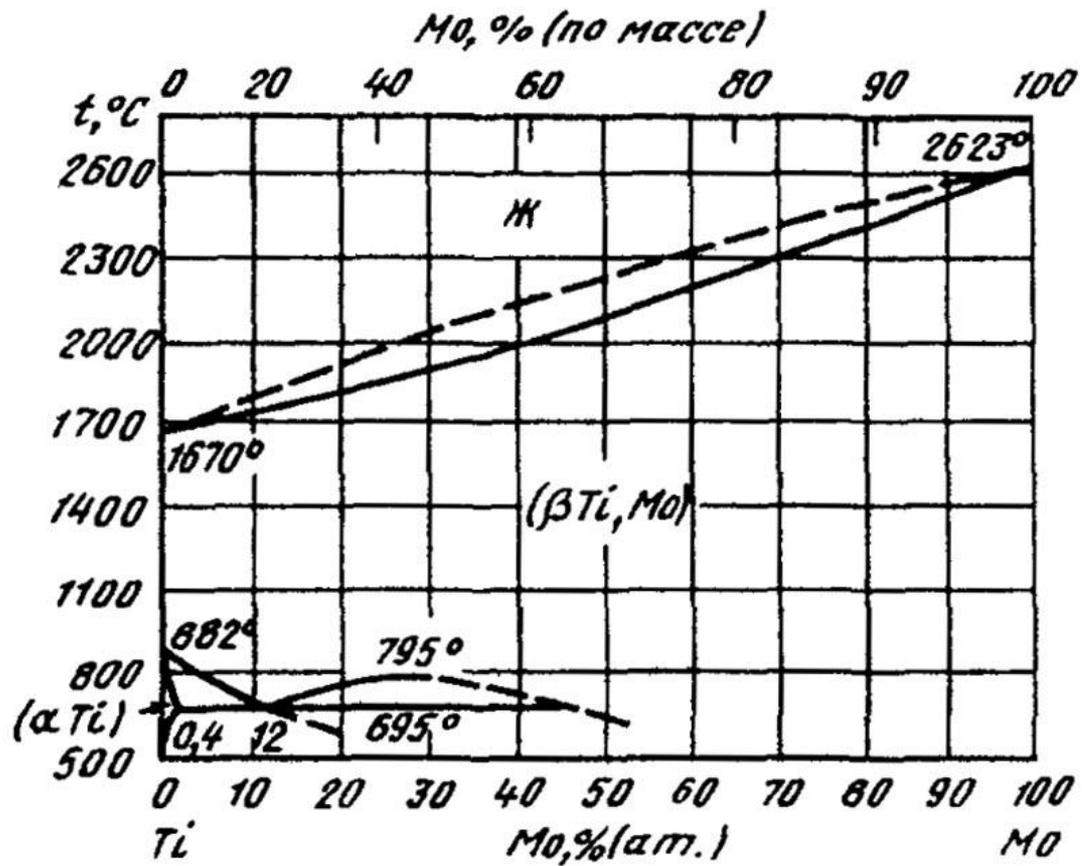


Диаграмма состояния Тi - Al

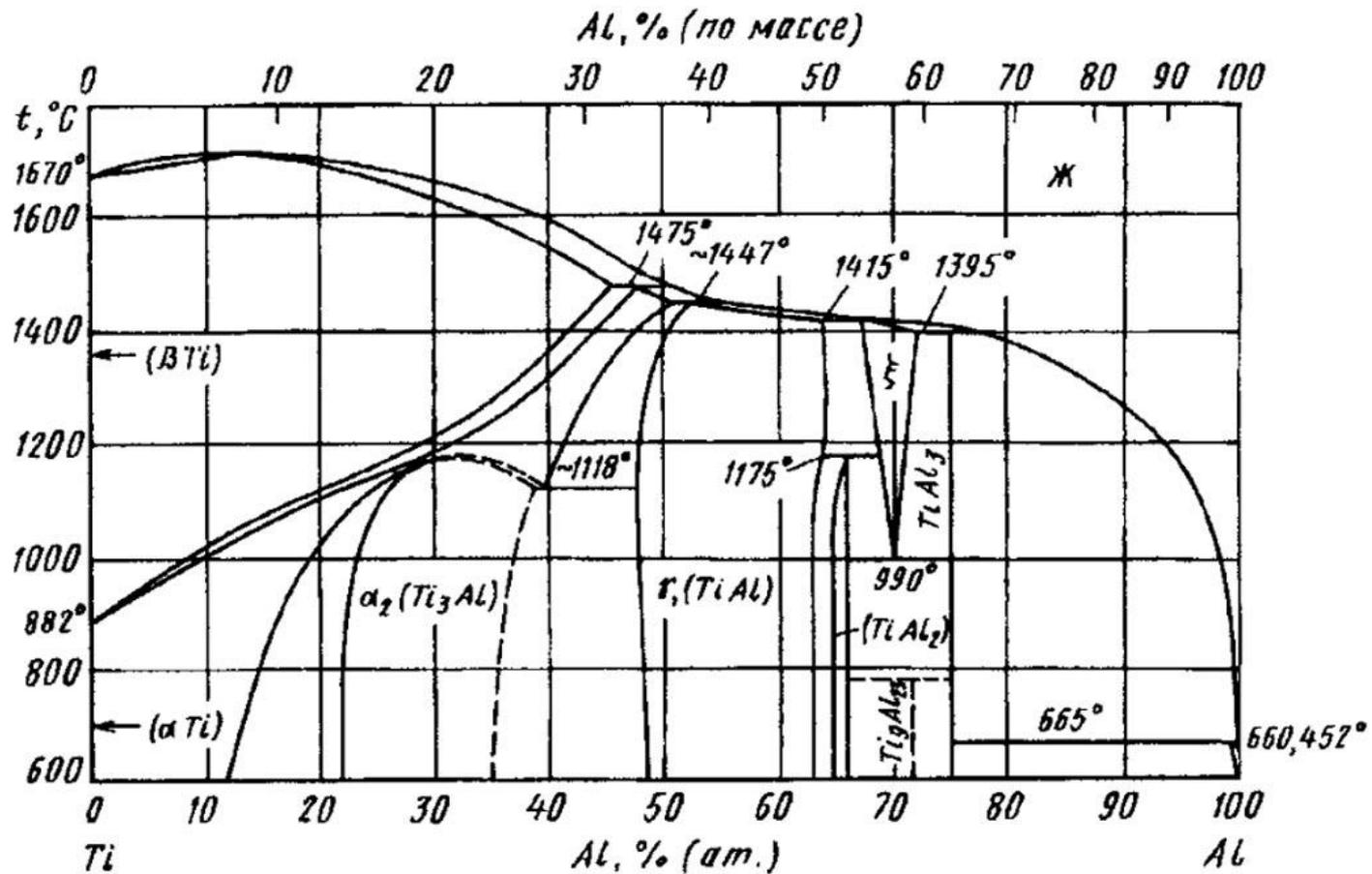
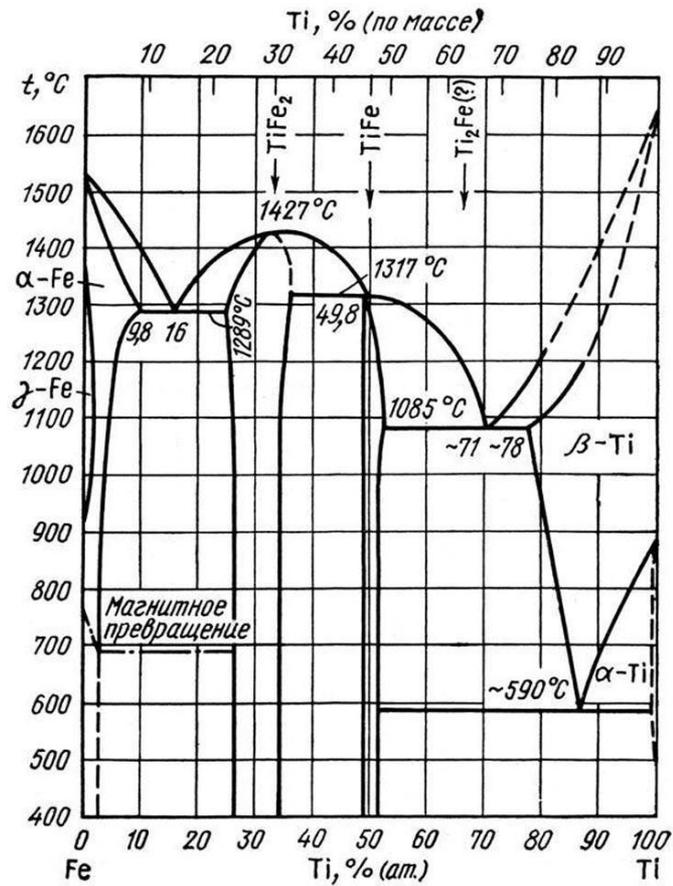


Диаграмма состояния Тi - Fe



Фазовые превращения в ТИТАНОВЫХ

СПЛАВАХ

- Наличие у сплавов титана высокотемпературной модификации твердого раствора (β), способной к значительному переохлаждению, обуславливает получение разнообразных структур в зависимости от режимов термической обработки.
- Полиморфное β - α -превращение может иметь два различных механизма.
- При высоких температурах, т. е. при небольшом переохлаждении относительно равновесной температуры β - α -перехода, превращение происходит обычным диффузионным путем, а при значительном переохлаждении и, следовательно, при низкой температуре, когда подвижность атомов мала — по бездиффузионному мартенситному механизму. В первом случае образуется полиэдрическая структура сс-твердого раствора, во втором — игольчатая (пластинчатая) мартенситная структура, обозначаемая обычно как α' .

Механические свойства ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ

Марка сплава	σ_B , КГС/ММ ²	$\sigma_{0.2}$, КГС/ММ ²	δ , %	ψ , %	a_n , КГС-М/СМ ²
α-сплавы					
BT4	80 - 90	70 - 80	15 - 22	20 - 30	3.5 - 6.5
BT5	70 - 85	55 - 65	15 - 17	25 - 55	-
α-β-сплавы					
BT6	90 - 100	80 - 90	8 - 13	30 - 45	4 - 8
BT8	105 - 118	95 - 110	9 - 15	30 - 55	3 - 6

Термическая обработка ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ

- Рекристаллизационный отжиг титана и его сплавов проводят при 700—800°C, что значительно превосходит температуру рекристаллизации (500°C). Эта температура достаточна для быстрого устранения наклепа. Наиболее важна термическая обработка, в результате которой измельчаются зерна при фазовой перекристаллизации и повышаются пластические свойства. Механические свойства закаленного сплава определяются соотношением (α и β -фаз, причем упрочнение достигается главным образом за счет α -фазы (искаженная α' -фаза тоже мартенситного происхождения). Количество α -фазы зависит от температуры нагрева под закалку, скорости охлаждения и количества легирующих элементов (β -стабилизаторов). Однако упрочнение закаленных сплавов, по сравнению с отожженными, невелико.
- Основной прирост прочности создается за счет отпуска (старения) закаленного сплава или изотермической обработки.

Коррозионная стойкость титановых сплавов

- Кроме высокой удельной прочности (отношения прочности к плотности), благодаря чему титановые сплавы получили широкое применение в технике, титан обладает высокой коррозионной стойкостью в большом количестве агрессивных сред, превосходя в этом отношении нержавеющую сталь. Высокая коррозионная стойкость титана обусловлена образованием на поверхности плотной защитной пленки (TiO_2). Если эта пленка не растворяется в окружающей среде, то можно считать, что титан в ней абсолютно стоек. Легче перечислить среды, в которых титан не стоек: из неорганических сред — это плавиковая, соляная, серная и ортофосфорная кислоты; из органических — щавелевая и уксусная кислоты.

Бериллий и его сплавы

- *Бериллий* – легкий ($1,845 \text{ г/см}^3$), пластичный ($\delta = 140 \%$) металл светло-серого цвета. Температура плавления – $1287 \text{ }^\circ\text{C}$. До $1250 \text{ }^\circ\text{C}$ имеет ГПУ решетку, выше – ОЦК. Бериллий чрезвычайно токсичен. Механические свойства бериллия зависят от чистоты металла, технологии производства, размера зерна. Пластичный бериллий (содержание примесей $10^{-4} \%$) получают электролизом с последующей зонной плавкой. Бериллий обладает уникальным сочетанием физических и механических свойств. По удельной прочности и жесткости, удельной теплоемкости он превосходит все другие металлы. Бериллий отличается высокой электро- и теплопроводностью. Недостатки – высокая стоимость, сложность переработки, а также низкая хладостойкость и ударная вязкость (ниже 5 Дж/см^2).

Сплавы бериллия

- Размеры атома бериллия очень малы – 0,226 нм. Поэтому введение даже небольшого количества примесей (например, 0,001 % Si) приводит к значительным искажениям кристаллической решетки бериллия и сильному охрупчиванию металла. Поэтому легирование бериллия возможно только элементами, которые образуют с бериллием механические смеси с минимальной взаимной растворимостью. В сплавах бериллия с алюминием (24–43 % Al) твердые частицы бериллия равномерно распределены в пластичной алюминиевой матрице. Например, сплав *локеллой* (62 % Be) фирмы «Локхид» (США) имеет следующие механические свойства: $\sigma_{\text{в}} = 600 \text{ МПа}$, $\delta = 1 \text{ \%}$.

Цинк и его сплавы

- *Цинк* – синевато-белый металл, температура плавления $419\text{ }^{\circ}\text{C}$, плотность $7,13\text{ г/см}^3$, решетка – ГПУ. Полиморфных превращений не имеет. Чистый цинк обладает высокой пластичностью ($\delta = 50\%$), низкой прочностью ($\sigma_{\text{в}} = 150\text{ МПа}$). При $100\text{--}150\text{ }^{\circ}\text{C}$ цинк пластичен и легко прокатывается в листы и фольгу толщиной до сотых долей миллиметра. При $250\text{ }^{\circ}\text{C}$ становится хрупким. Основные примеси – свинец, железо, кадмий. Половина

Сплавы на основе цинка

- Сплавы на основе цинка характеризуются невысокой температурой плавления, хорошей жидкотекучестью, легко обрабатываются давлением и резанием, хорошо паяются и свариваются. Основные примеси – алюминий (до 5–10 %) и медь (до 5 %). Маркируются буквами Ц (цинк), А (алюминий), М (медь) и цифрами, показывающими содержание элементов в процентах. Сплав ЦАМ4-3 содержит 4 % Al и 3 % Cu.

Свинец и его сплавы

- *Свинец* – металл голубовато-серого цвета, температура плавления $327\text{ }^{\circ}\text{C}$, плотность $11,3\text{ г/см}^3$, решетка ГЦК. Полиморфных превращений не имеет. Свинец обладает высокой пластичностью ($\delta = 60\%$) и очень низкой прочностью ($\sigma_{\text{в}} = 13\text{ МПа}$). Чистый свинец хорошо поглощает гамма и рентгеновские лучи, поэтому его широко применяют для изготовления защитных экранов и контейнеров для хранения радиоактивных веществ. Много свинца

Сплавы на основе свинца

- Введение Fe, Te, Cu, Sb, Sn, Cd и Ca в небольших количествах, не снижает коррозионную стойкость свинца, но увеличивает его прочность, твердость и антифрикционные свойства, а при нагреве – предел ползучести и длительную прочность. Сплавы с теллуrom (0,03–0,06 %), медью (0,04–0,08 %) и сурьмой (0,5–2 %) используются как материалы для облицовки кислотоупорной аппаратуры и трубопроводов. Для оболочек электрических кабелей применяют сплавы с теллуrom (0,04–0,06 %), кальцием (0,03–0,07 %), оловом (1–2 %) и сурьмой (0,4–0,8 %).

Олово и его сплавы

- **Олово** – металл белого цвета, температура плавления 232 °С, плотность 7,31 г/см³. Характеризуется высокой пластичностью ($\delta = 90 \%$) и низкой прочностью ($\sigma_{\text{в}} = 17$ МПа). **Белое олово** (β -олово) с тетрагональной решеткой ниже 13 °С медленно превращается в **серое олово** (α -олово) с кубической решеткой. Превращение сопровождается увеличением объема на 26 %, олово разрушается, рассыпаясь в серый порошок («оловянная чума»). Скорость превращения $\beta \rightarrow \alpha$ зависит от степени переохлаждения; сначала она мала и достигает максимального значения (0,004 мм/ч) при температуре минус 32 °С. Незначительная добавка висмута предотвращает переход белого олова в серое, а алюминия – наоборот его ускоряет. Олово марок О1 (99,9 % Sn) и О2 (99,56 % Sn) используется для лужения, О3 (98,35 % Sn) и О4 (96,25 % Sn) – для пайки.

БАББИТ

- Антифрикционный сплав на основе олова или свинца, предназначенный для заливки вкладышей подшипников. Некоторые марки баббита содержат сурьму, медь, никель, мышьяк, кадмий, теллур, кальций, натрий, магний и др. Баббит изобретён в 1839 И. Баббитом (I. Babbitt, США). Высокие антифрикционные свойства баббита обуславливаются его особой гетерогенной структурой, характеризующейся наличием твёрдых частиц в мягкой пластичной основе олова. Баббит отличается широкой

Оловянные баббиты

- Баббиты на оловянной основе применяют для подшипников ответственного назначения, когда от антифрикционного материала требуются повышенная вязкость и минимальный коэффициент трения. Оловянный баббит по сравнению со свинцовым обладает более высокой коррозионной стойкостью, износостойкостью и теплопроводностью, а также более низким коэффициентом линейного расширения.

Свицовые баббиты

- Свинцовые баббиты могут работать при более высокой температуре подшипника, чем оловянные. Свинцовый баббит применяют для заливки подшипников двигателей автомобилей, тракторов, прокатных станов. Свинцовокальциевый баббит применяют для заливки подшипников подвижного состава и железнодорожного транспорта.

ПЛАСТМАССЫ И КОМПОЗИТЫ

Пластмассами называют искусственные материалы, полученные на основе органических полимерных связующих веществ. Эти материалы способны при нагревании размягчаться, становиться пластичными, и тогда под давлением им можно придать заданную форму, которая затем сохраняется.



Классификация пластмасс по химическим свойствам:

- Термопластичные**
- Терморреактивные**

Термопластичные пластмассы обладают так называемой термообратимостью. Они могут расплавляться, а после остывания вновь обретают свои первоначальные свойства. Большинство термопластов растворяются в органических раст



В основе термопластичных пластмасс лежат полимеры линейной или разветвленной структуры, иногда в состав полимеров вводят пластификаторы.

Термопластичные пластмассы применяют в качестве прозрачных органических стекол, высоко- и низкочастотных диэлектриков, химически стойких материалов; из этих пластмасс изготавливают тонкие пленки и волокна.

Неполярные термопластичные пластмассы.

- полиэтилен,
- полипропилен,
- полистирол и
- фторопласт-4.

Полиэтилен $(-CH_2 - CH_2 -)_n$ - продукт полимеризации бесцветного газа этилена, относящийся к кристаллизующимся полимерам. Теплостойкость полиэтилена невысока, поэтому длительно его можно применять при температурах до 60 - 100°C. Морозостойкость полиэтилена достигает - 70°C и ниже. Полиэтилен используют для изготовления труб, литых и прессованных несилловых деталей, полиэтиленовых пленок для изоляции проводов и кабелей, чехлов, остекления парников, облицовки водоемов; кроме того, полиэтилен служит покрытием на металлах для защиты от коррозии, влаги, электрического тока и др.

Полипропилен $(-CH_2 - CHCH_3 -)_n$ – является производной этилена. Это жесткий нетоксичный материал с высокими физико–механическими свойствами. По сравнению с полиэтиленом этот пластик более теплостоек: сохраняет форму до температуры 150°С. Полипропиленовые пленки прочны и более газонепроницаемы, чем полиэтиленовые, а волокна эластичны, прочны и химически стойки.

Полипропилен применяют для изготовления труб, конструкционных деталей автомобилей, мотоциклов, холодильников, корпусов насосов, различных емкостей и др.

Полистирол ($-CH_2 - CHC_6H_5 -$)_n - твердый, жесткий, прозрачный, аморфный полимер. По диэлектрическим характеристикам близок к полиэтилену, удобен для механической обработки, хорошо окрашивается. Недостатками полистирола являются его невысокая теплостойкость, склонность к старению, образование трещин.

Из полистирола изготавливают детали для радиотехники, телевидения и приборов, детали машин, сосуды для воды и химикатов, пленки стирофлекс для электроизоляции.

Фторопласт-4 (тефлон, политетрафторэтилен) являются термически и химически стойкими материалами. Фторопласт-4 можно длительно эксплуатировать при температуре до 250°C. Разрушение материала происходит при температуре выше 415°C. Фторопласт-4 стоек к действию растворителей, кислот, щелочей, окислителей.

Фторопласт-4 применяют для изготовления труб для химикатов, деталей (вентили, краны, насосы, мембраны), уплотнительных прокладок, манжет, сильфонов, электрорадиотехнических деталей, антифрикционных покрытий на металлах.

Полярные термопластичные пластмассы.

фторопласт-3, органическое стекло, поливинилхлорид, полиамиды, полиуретаны, полиэтилентерефталат, поликарбонат, полиарилаты, пентапласт, полиформальдегид.

Фторопласт-3 полимер трифторхлорэтилена, имеет формулу $(-CF_2 - CFCI-)_n$ и является кристаллическим полимером. Интервал рабочих температур фторопласта-3 от -105 до $+70^{\circ}C$. При температуре $315^{\circ}C$ начинается термическое разрушение.

Фторопласт-3 используют как низкочастотный диэлектрик, кроме того из него изготавливают трубы, шланги, клапаны, насосы, защитные покрытия металла и др.

Органическое стекло – это прозрачный аморфный термопласт на основе сложных эфиров акриловой и метакриловой кислот. При температуре 80°C органическое стекло начинает размягчаться. Органическое стекло стойко к действию разбавленных кислот и щелочей, углеводородных топлив и смазок, растворяется в эфирах и кетонах, в органических кислотах, ароматических и хлорированных углеводородах.

Из органического стекла изготавливают светотехнические детали и оптические линзы.

Поливинилхлорид является полярным аморфным полимером с химической формулой $(-CH_2 - CHCl -)_n$. Пластмассы на основе поливинилхлорида имеют хорошие электроизоляционные характеристики, стойки к химикатам, не поддерживают горение, атмосферостойки. Непластифицированный твердый поливинилхлорид называется винипластом.

Применяется для электроизоляции проводов и кабелей, производства листов, труб.

Термостойкие пластики. К термостойким пластикам относятся ароматические полиамиды, полифениленоксид, полисульфон, полиимиды и полибензимидазолы. Температура эксплуатации до 400°С.

Из *Полифениленоксида* изготавливают детали оборудования, хирургические инструменты, изоляцию на высокочастотных установках.

Полиимиды применяют в виде пленок для изоляции проводов и кабелей, печатных схем, электронно-вакуумной тепловой изоляции.

Термопласты с наполнителями. В качестве полимерных матриц используют различные термопласты. В качестве армирующих наполнителей можно использовать стеклянное волокно, асбест, органические волокна и ткани.

Стекловолокниты обладают повышенными прочностью и теплостойкостью, усталостной прочностью и износостойкостью. Интервал рабочих температур от -60 до $+150^{\circ}\text{C}$.

Терморреактивные пластмассы.

В качестве связующих веществ применяются терморреактивные смолы, в которые иногда вводят пластификаторы, отвердители, ускорители или замедлители, растворители. В зависимости от формы частиц **наполнителя** терморреактивные пластмассы можно подразделить на следующие группы: **порошковые, волокнистые и слоистые.**

Пластмассы с порошковыми наполнителями. В качестве наполнителя применяют органические и минеральные порошки. Свойства порошковых пластмасс характеризуются изотропностью, невысокой механической прочностью и низкой ударной вязкостью.

На основе фенолоформальдегидных смол с **органическими наполнителями** изготавливают пресс-порошки, из которых прессованием получают несилловые и электроизоляционные детали: рукоятки, детали приборов и др.

Минеральные наполнители придают пластмассе водостойкость, химическую стойкость, повышенные электроизоляционные свойства, устойчивость к тропическому климату.

Пластмассы с волокнистыми наполнителями.

К этой группе пластмасс относятся
волокниты,
асбоволокниты,
стекловолокниты.

Волокниты применяют для деталей общего технического назначения с повышенной устойчивостью к ударным нагрузкам, работающим на изгиб и кручение.

Асбоволокниты обладают повышенной теплостойкостью (свыше 200°С) и ударопрочностью, устойчивостью к кислым средам и высокими фрикционными свойствами.

Стекловолокниты В качестве наполнителя применяют непрерывное стекловолокно или короткое волокно. Обладают хорошими прочностными характеристиками. Используются для крупногабаритных изделий простых форм (кузова автомашин, лодки, корпуса приборов).

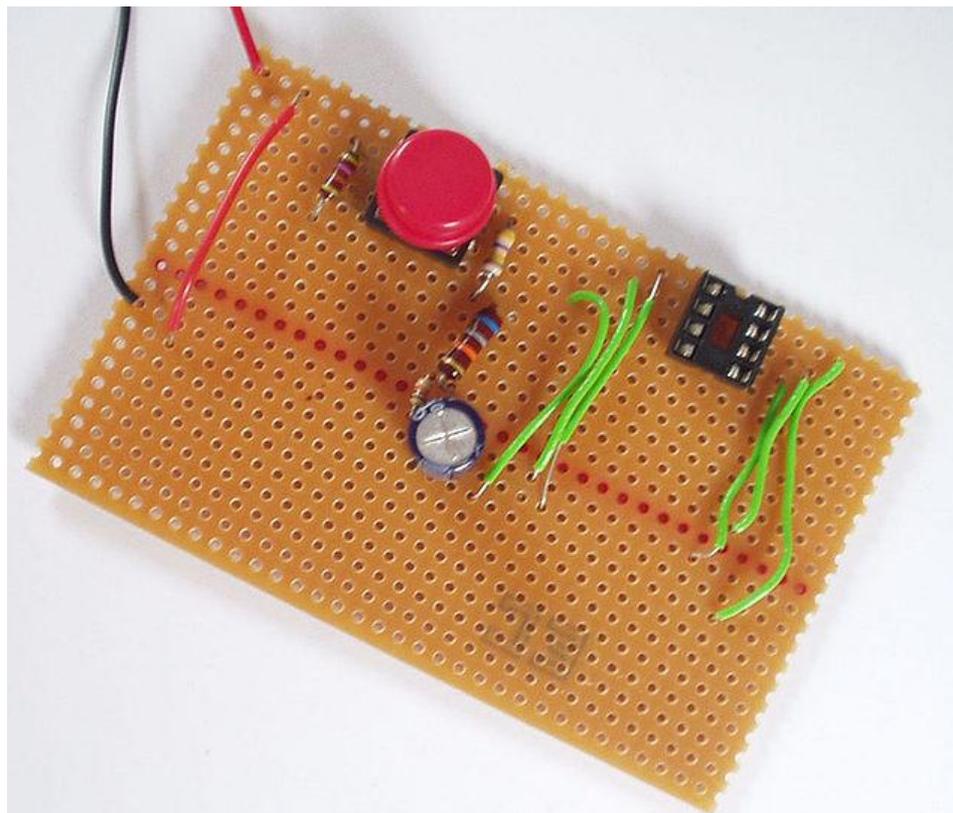
Слоистые пластмассы являются силовыми конструкционными и поделочными материалами. Листовые наполнители, уложенные слоями, придают пластику анизотропность.

- *Гетинакс*
- *Текстолит*
- *Древеснослоистые пластики (ДСП)*
- *Асботекстолит*

Гетинакс по назначению подразделяют на электротехнический и декоративный, который может иметь различные цвета и текстуру, имитирующую древесные породы. Пластик можно применять при температуре 120 - 140°C. Он устойчив к действию химикатов, растворителей, пищевых продуктов. Материал печатных плат.

Гетинакс— слоистый прессованный материал, состоящий из целлюлозной бумаги, пропитанной резольной смолой (прессуются параллельно уложенные слои бумаги). Один из первых слоистых пластических материалов, нашедших применение в электротехнике в качестве электроизоляционного и конструкционного материала

Гетинакс

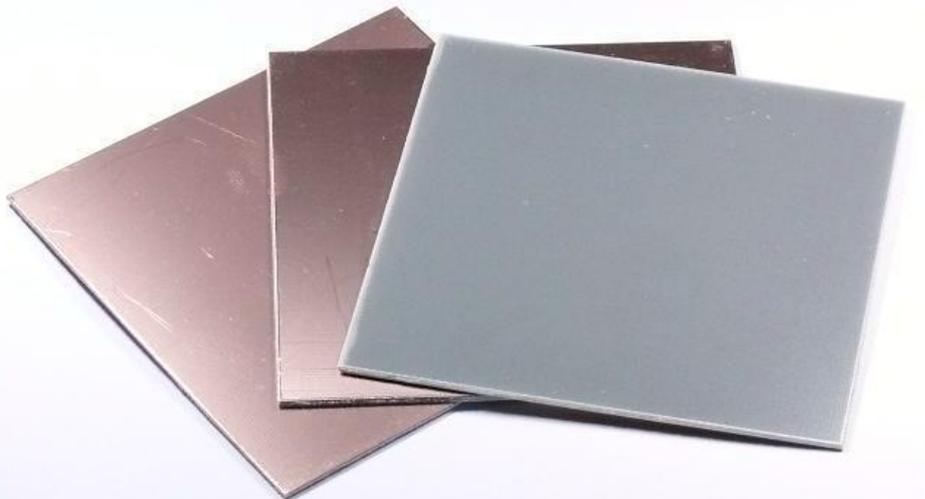


Текстолит. Среди слоистых пластиков обладает наибольшей способностью поглощать вибрационные нагрузки, хорошо сопротивляться раскалыванию. Рабочая температура невысока.

Электроизоляционный конструкционный материал, применяемый для производства подшипников скольжения, шестерён и других деталей, а также в электро- и радиотехнике.

Представляет собой слоистый пластик на основе ткани из волокон и полимерного связующего вещества (например, бакелита, полиэфирной смолы, эпоксидной смолы). Текстолит на основе стеклоткани называется **стеклотекстолитом** или **стеклопластиком**. Стеклотекстолит превосходит текстолит по ряду свойств : термостойкость от 140 до 180 °С против 105—130 °С у текстолита.

Стеклотекстолит.



термореактивные пластмассы

Газонаполненные пластмассы.

Газонаполненные пластмассы представляют собой гетерогенные дисперсные системы, состоящие из твердой и газообразной фаз. Такие пластмассы имеют чрезвычайно малую массу и высокие теплозвукоизоляционные характеристики. В зависимости от физической структуры газонаполненные пластмассы делят на две группы:

1. Пенопласты – материалы с ячеистой структурой, в которых газообразные наполнители изолированы друг от друга и от окружающей среды тонкими слоями полимерного связующего;

2. Поропласты – губчатые материалы с открытопористой структурой, вследствие чего присутствующие в них газообразные включения свободно сообщаются друг с другом и с окружающей атмосферой.

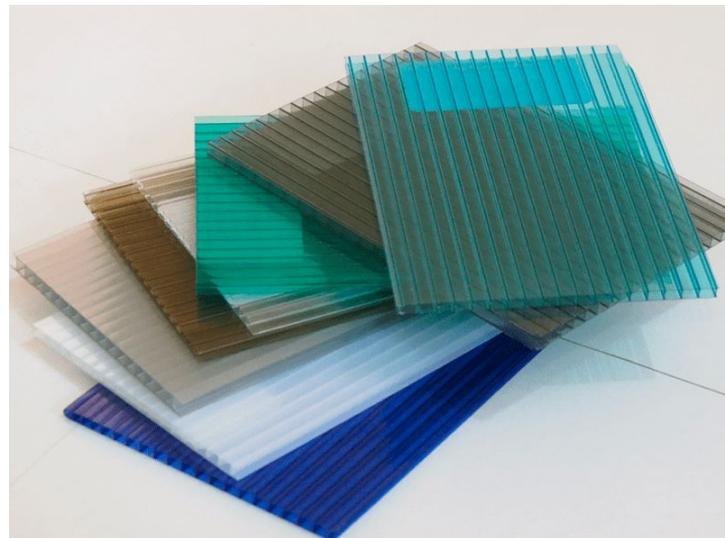
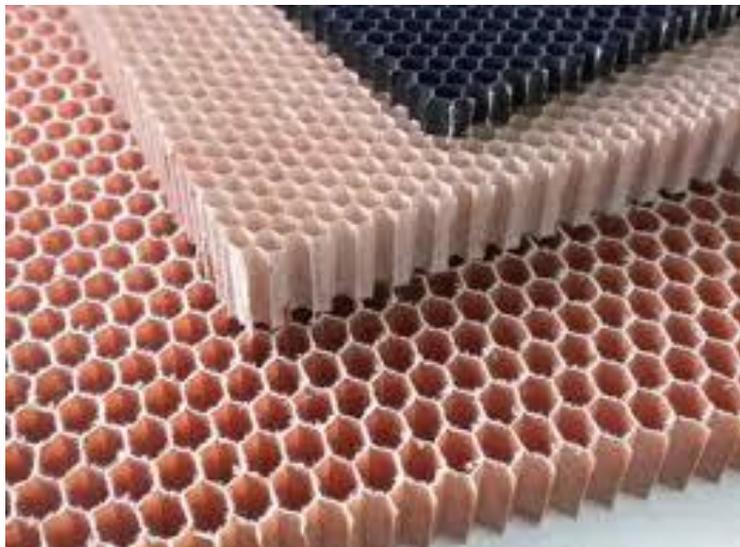
Газонаполненные пластмассы.

Пенопласты получили наиболее широкое применение. Замкнуто–ячеистая структура обеспечивает хорошую плавучесть и высокие теплоизоляционные свойства. Механическая плотность пенопластов невысока и зависит от плотности материала. Пенопласты применяют для теплоизоляции кабин, контейнеров, приборов, рефрижераторов, труб и т. д. Широкое применение пенопласты получили в строительстве и при производстве труднозатопляемых изделий. Используются в авиастроении, судостроении, на железнодорожном транспорте и т. д.



Газонаполненные пластмассы.

Сотопласты изготавливают из тонких листовых материалов. Материалом для сотопластов служат ткани (стеклянные, кремнеземные, угольные). Сотопласты имеют достаточно высокие теплоизоляционные свойства. Они служат легкими заполнителями многослойных панелей, применяемых в авиа- и судостроении для несущих конструкций; при создании наружной теплозащиты и теплоизоляции космических кораблей; в антенных обтекателях самолетов и др.



КОМПОЗИТЫ



корпус из композита (3мм толщина материала, 2х0.3мм алюминий по краям, внутри пластик, снаружи PVDF краска)

Композиционный материал (композит, КМ) — неоднородный сплошной материал, состоящий из двух или более компонентов, как правило, из пластичной основы (матрицы), армированной наполнителями, обладающими высокой прочностью, жесткостью и т. д.

Сочетание разнородных веществ приводит к созданию нового материала, свойства которого количественно и качественно отличаются от свойств каждого из его составляющих.

Варьируя состав матрицы и наполнителя, их соотношение, ориентацию наполнителя, получают широкий спектр материалов с требуемым набором свойств.

Многие композиты превосходят традиционные материалы и сплавы по своим механическим свойствам и в то же время они легче. Использование композитов обычно позволяет уменьшить массу конструкции при сохранении или улучшении ее механических характеристик.

Для создания композиции используются самые разные армирующие наполнители и матрицы. Это — гетинакс и текстолит (слоистые пластики из бумаги или ткани, склеенной терморезистивным клеем), стекло- и графитопласт (ткань или намотанное волокно из стекла или графита, пропитанные эпоксидными клеями), фанера... Есть материалы, в которых тонкое волокно из высокопрочных сплавов залито алюминиевой массой. Булат — один из древнейших композиционных материалов. В нем тончайшие слои (иногда нити) высокоуглеродистой стали «склеены» мягким низкоуглеродным железом. Кирпичи, папье-маше, штукатурка и т.д.

В последнее время материаловеды экспериментируют с целью создать более удобные в производстве, а значит — и более дешёвые материалы. Исследуются саморастущие кристаллические структуры, склеенные в единую массу полимерным клеем (цементы с добавками водорастворимых клеев), композиции из термопласта с короткими армирующими волокнами и пр.

Преимущества композиционных материалов

Главное преимущество КМ в том, что материал и конструкция создается одновременно.

Стоит сразу оговорить, что КМ создаются под выполнение конкретных их задач, соответственно не могут вмещать в себя все возможные преимущества, но, проектируя новый композит, инженер волен задать ему характеристики значительно превосходящие характеристики традиционных материалов при выполнении данной цели в данном механизме, но уступающие им в каких-либо других аспектах.

высокая удельная прочность

высокая жёсткость (модуль упругости 130...140 ГПа)

высокая износостойкость

высокая усталостная прочность

из КМ возможно изготовить размеростабильные конструкции

легкость

Причём, разные классы композитов могут обладать одним или несколькими преимуществами. Некоторых преимуществ невозможно добиться одновременно.



Композитные материалы | Большой скачок

https://www.youtube.com/watch?v=QOICUy nk9hU&feature=emb_logo

Недостатки композиционных материалов

Большинство классов композитов (но не все) обладают недостатками:

высокая стоимость

анизотропия свойств

повышенная наукоёмкость производства, необходимость специального дорогостоящего оборудования и сырья, а следовательно развитого промышленного производства и научной базы страны

Компенсация недостатков

Известны многокомпонентные композиционные материалы – полиматричные, когда в одном материале сочетают несколько матриц, или гибридные, включающие в себя разные наполнители. Наполнитель определяет прочность, жесткость и деформируемость материала, а матрица обеспечивает монолитность материала, передачу напряжения в наполнителе и стойкость к различным внешним воздействиям.

Структура композиционных материалов. По структуре композиты делятся на несколько основных классов:

волокнистые,
слоистые,
дисперсноупрочненные,
упрочненные частицами и
нанокомпозиты.

В композитах, упрочненных частицами, их размер больше 1 мкм, а содержание составляет 20–25% (по объему), тогда как дисперсноупрочненные композиты включают в себя от 1 до 15% (по объему) частиц размером от 0,01 до 0,1 мкм. Размеры частиц, входящих в состав нанокомпозитов – нового класса композиционных материалов – еще меньше и составляют 10–100 нм.

Полимерные композиционные материалы (ПКМ).

Композиты, в которых матрицей служит полимерный материал, являются одним из самых многочисленных и разнообразных видов материалов. Их применение в различных областях дает значительный экономический эффект. Например, использование ПКМ при производстве космической и авиационной техники позволяет сэкономить от 5 до 30% веса летательного аппарата. А снижение веса, например, искусственного спутника на околоземной орбите на 1 кг приводит к экономии 1000\$.

В качестве наполнителей ПКМ используется множество различных веществ.

Стеклопластики

Углепластики

Боропластики

Органопластики

Полимеры, наполненные порошками.

Текстолиты