

10.4 Марки, основные свойства и применение сплавов на основе алюминия при изготовлении, эксплуатации, техническом обслуживании и ремонте ЛА

10.4.1 Дуралюмины.

10.4.2 Высокопрочные сплавы для силовых элементов планера самолёта

10.4.3 Коррозионностойкие высокопластичные сплавы для сварных конструкций

10.4.4 Жаропрочный сплав АК4-1

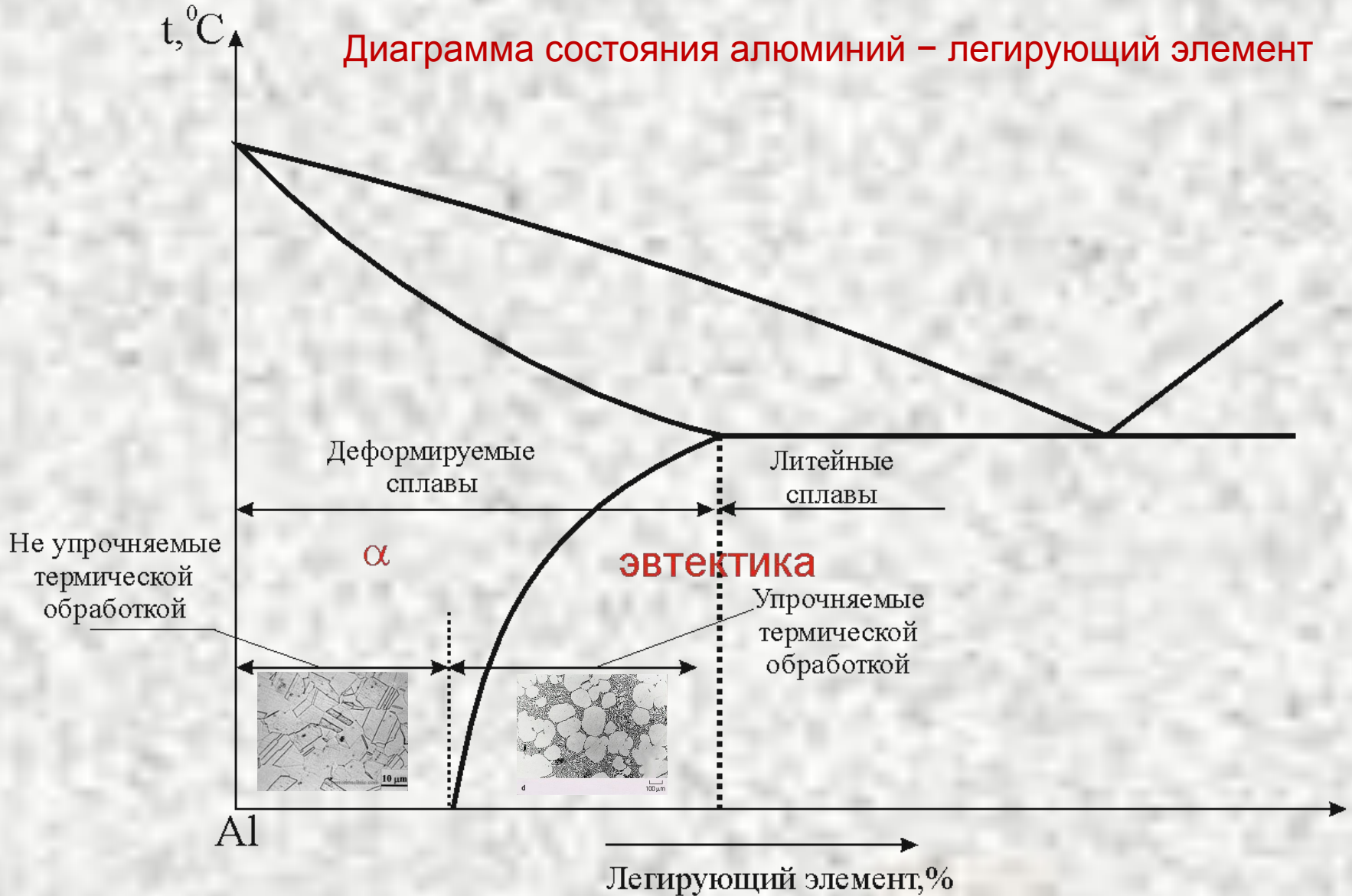
10.4.5 Сплавы для заклёпок

10.4.6 Литейные алюминиевые сплавы

10.5 Порошковые материалы на основе алюминия, их получение и применение в авиационной технике

- 1. Назовите виды термической обработки алюминиевых сплавов.*
- 2. По каким признакам классифицируют алюминиевые сплавы?*
- 3. Назовите основные легирующие элементы алюминиевых сплавов.*
- 4. Какие легирующие элементы повышают прочность, коррозионную стойкость, литейные свойства алюминиевых сплавов?*

Диаграмма состояния алюминий – легирующий элемент



10.4.1. Дуралюмины

Дуралюмин - в переводе с латинского означает очень твердый алюминий
(*дурус-твердый*)

деформируемый сплав на основе алюминия системы:

Al-Cu-Mg

Дуралюминовые сплавы маркируются буквой **Д**,
цифра указывает условный номер сплава:

Д16Т1, Д16М, Д16Н

А – повышенного качества;

М – мягкий отожженный;

Т – закаленный и естественно состаренный;

Т1 – закаленный и искусственно состаренный;

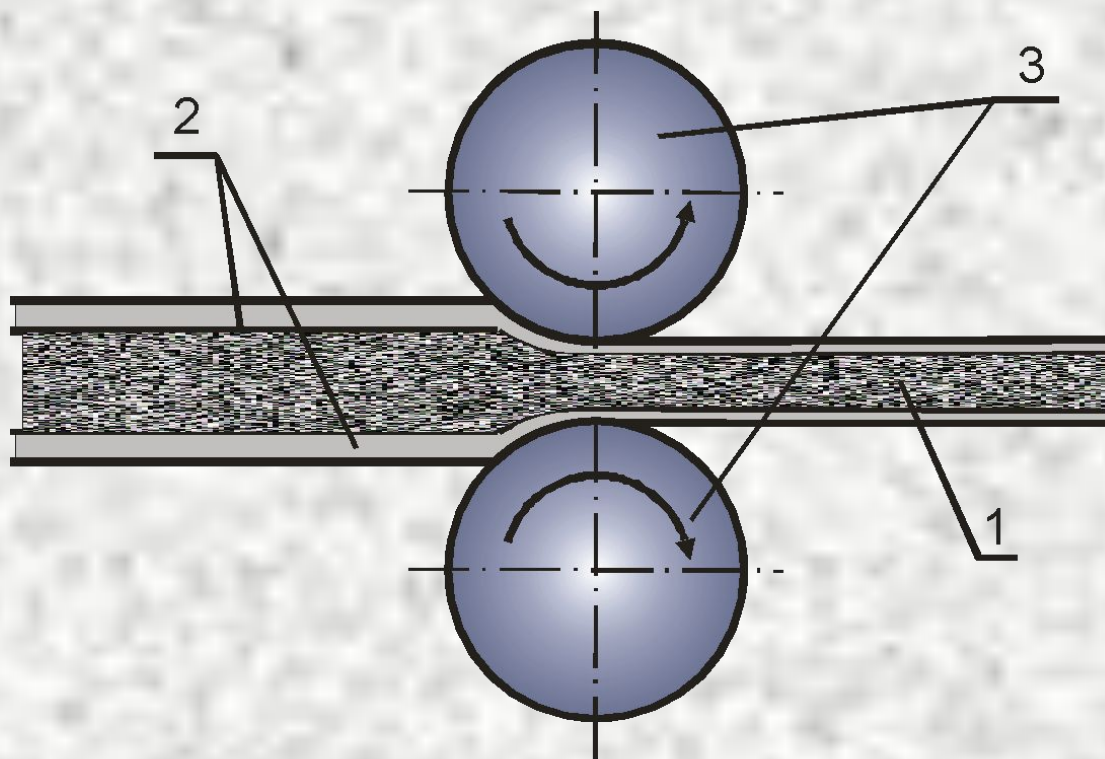
Н – нагартованный;

Н1 – усиленно нагартованный (нагартовка листа 20%);

Б – материал не плакирован;

УП – с утолщенной плакировкой.

Плакирование заключается в создании на обеих поверхностях листа тонкого защитного слоя чистого алюминия.



- 1- алюминиевый сплав;
- 2- материал для плакирования;
- 3- валки прокатного стана.

Марка сплава	Состав, %	Термическая обработка	Упрочнители	Свойства			
				$\sigma_{\text{в}}$, МПа	$\sigma_{0,2}$, МПа	δ , %	ρ , кг/м ³
Д16	4,3Cu + 1,5Mg + 0,6Mn	Закалка с 500 ⁰ С в воде, старение при 20 ⁰ С – 4 суток Закалка с 500 ⁰ С в воде, старение при 190 ⁰ С – 9 ч	ЗГП1 θ' и S'	440	300	19	2730
				450	400	6	
Д19	4Cu + 2Mg + 0,75Mn + 0,03В	Закалка с 500 ⁰ С в воде, старение при 20 ⁰ С – 5 суток Закалка с 500 ⁰ С в воде, старение при 170 ⁰ С – 20 ч	ЗГП1 S' - фаза	430	310	20	2760
				440	390	7	
Д18	2,6Cu + 0,35Mg	Закалка с 500 ⁰ С в воде, старение при 20 ⁰ С – 4 суток	ЗГП1	300	170	25	2760
1420	5,4Mg + 2Li + 0,12Zr + 0,005Na	Закалка с 450 ⁰ С на воздухе, старение при 120 ⁰ С – 8 ч	S' - фаза	440	260	9	2470

Для *обшивки клепальных конструкций*, подвергающихся незначительному аэродинамическому нагреву, применяются дуралюмины: Д16Т1, Д19Т1, 1420.

Д16-основной сплав для изготовления *силовых элементов конструкций* самолетов и вертолетов (нервюры, стрингеры, шпангоуты, обшивка, тяги управления).

Выпускается в виде листов, прутков, профилей, проволоки, заклепок и труб.

Д18-выпускается в виде проволоки или заклепок.

Д19-теплоустойчивый сплав, надежно работающий при 125-250С при статических и вибрационных нагрузках.

Применяется для изготовления заклепок и листов, работающих при повышенных температурах.

Сплав 1420 - самый легкий из всех алюминиевых сплавов за счет легирования его магнием и литием ($\rho = 2470 \text{ кг/м}^3$).

Применение сплава 1420 взамен сплава Д16 в конструкциях снижает массу изделия на 10 ÷ 12%

10.4.2. **Высокопрочные сплавы для силовых элементов планера самолёта**

Применяют для высоконагруженных элементов конструкции
(лонжеронов, шпангоутов, стрингеров, силовых панелей)

применяют высокопрочные сплавы системы

Al - Zn - Mg - Cu

B93, B95, B96

Марка сплава	Zn, %	Mg, %	Cu, %	Cr, %	σ_B , МПа	$\sigma_{0,2}$, МПа	δ , %		
B93	7	1,9	1	-	510	490	11		
B95оч	5,7	2,3	1,7	0,15	580	520	9		
B96	8,1	2,8	2,5	0,15	680	640	7		

Недостатки высокопрочных сплавов:

1. Низкая пластичность и чувствительность к концентраторам напряжений.
2. Склонность к коррозионному растрескиванию.
3. Резкое снижение прочности при повышении температуры выше 120°C .

10.4.3 Коррозионностойкие высокопластичные сплавы для сварных конструкций

Для изготовления баков, трубопроводов низкого давления топливо - масло - и гидро - систем применяются сплавы:

АМц, АМг

Эти сплавы имеют структуру однородного твердого раствора, поэтому термически не упрочняются.

Марка сплава	Mn, %	Mg, %	Ti, %	σ_B , МПа	$\sigma_{0,2}$, МПа	δ , %
АМг5	0,65	5,3	0,06	320	150	20
АМг6	0,65	6,3	0,06	340	170	20
АМц	1,3	-	-	130	50	23
АМг	-	1,1	-	150	70	32

10.4.4. **Жаропрочный сплав АК4-1**

Сплав **АК4 -1** применяется: для изготовления деталей, работающих при температуре до 300° (*головки цилиндров, крыльчатки, лопасти и диски осевых компрессоров турбореактивных двигателей, для обшивки и силового каркаса сверхзвуковых ЛА.*)

Al-Cu-Mg-Si с добавками Fe и Ni

Содержание **Fe** и **Ni** придает сплаву жаропрочность



**Сплав АК4-1 в конструкции
сверхзвукового пассажирского
лайнера Ту-144**

10.4.5. Сплавы для заклёпок

Марка сплава	Cu, %	Mg, %	Zn, %	Mn, %	Ti, %	δ , %	τ_{CP} , МПа	σ_B , МПа
АМг5П	-	5,2	-	0,4	-	23	190	270
Д18	2,6	0,35	-	-	-	24	200	300
В65	4,2	0,2	-	0,4	-	20	260	400
В94	2,1	1,4	6,4	-	0,06	15	320	520

Наиболее широкое применение для заклёпок находят сплавы **Д18** и **В65**
Основное их достоинство - способность расклепываться в любое время после старения.

В конструкциях, работающих при повышенных температурах ($125 \div 200^{\circ}\text{C}$), применяются заклёпки из **жаропрочного сплава Д19**.

Для сохранения пластичности заклёпки из этого сплава после закалки необходимо хранить при температуре ниже 15°C .

10.4.6. **Литейные алюминиевые сплавы**

Литьем изготавливаются детали и узлы очень сложной конфигурации - *качалки, пилоны, кронштейны, фитинги, детали внутреннего набора.*

сплав системы **Al - Si**

Наиболее широкое применение получил сплав **АЛ9**
называемый ***силумином***

Марка сплава	Si, %	Mg, %	σ_B , МПа	$\sigma_{0,2}$, МПа	δ , %	τ_{CP} , МПа
АЛ9	7	0,3	220	160	3	30

Si - введен для улучшения литейных свойств.

Силумины обладают малой жаропрочностью.



10.5. Порошковые материалы на основе алюминия, их получение и применение в авиационной технике

Спеченный алюминиевый порошок представляет собой спеченный алюминий с равномерно распространенным в нем частицами окиси алюминия Al_2O_3 .

САП самые жаропрочные сплавы из всех алюминиевых сплавов.

Марка сплава	Al_2O_3 , %	σ_B , МПа	σ_{100}^{300} , МПа	t макс. длительной эксплуатации	t макс. краткосрочной эксплуатации
САП1	7,5	280	45	400	800
САП2	11	320	50	450	900
САП3	16	350	55	500	1050

используется для изготовления деталей в зоне расположения двигателя на ЛА, а также в качестве противопожарных перегородок

Спечённые алюминиевые сплавы – САС в отличие от **САП** содержат большее количество легирующих элементов

Этот сплав обладает **низким температурным коэффициентом линейного расширения и малой теплопроводностью**. Его применяют для деталей приборов.

САС используют для изготовления поршней тяжело нагруженных двигателей внутреннего сгорания и других изделий, длительное время работающих при повышенных температурах, благодаря их повышенной жаропрочности и коррозионной стойкости.

Контрольные вопросы:

1. Какой состав имеют дуралюмины?
2. Для изготовления каких деталей применяются дуралюмины?
3. Что собой представляют высокопрочные алюминиевые сплавы, как они маркируются и для изготовления каких деталей применяются?
4. Термически не упрочняемые сплавы для сварных конструкций, как маркируются, для изготовления каких деталей применяются?
5. Какие сплавы применяются для поковок и штамповок?
6. Какие алюминиевые сплавы применяются для изготовления деталей путем литья?

Задание курсантам для самостоятельной работы

Повторить и углубить изученный материал, пользуясь учебником (1)- с.279...287 .

Алюминиевые подшипниковые сплавы. *Конспект,(1)-с287..288*