

ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ И СПЛАВЫ



**Классификация, свойства и
назначения**

КЛАССИФИКАЦИЯ МАТЕРИАЛОВ

Функциональные материалы (ФМ) — материалы, из которых изготавливают различные изделия специального назначения. Определяющим принципом выбора является особое свойства материала (механическое, физико-химическое и т.п.).

Конструкционные материалы (КМ) — материалы, из которых изготавливаются различные конструкции, детали машин, элементы сооружений, воспринимающих силовую нагрузку. Определяющими параметрами таких материалов являются механические свойства.



ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ И СПЛАВЫ

К цветным металлам и сплавам относятся практически все металлы и сплавы, за исключением железа и его сплавов, образующих группу чёрных металлов. Цветные металлы встречаются реже, чем железо и часто их добыча стоит значительно дороже, чем добыча железа. Однако цветные металлы часто обладают такими свойствами, какие у железа не обнаруживаются, и это оправдывает их применение.

Чаще всего цветные металлы применяют в технике и промышленности в виде различных сплавов, что позволяет изменять их физические, механические и химические свойства в очень широких пределах. Кроме того, свойства цветных металлов изменяют путём термической обработки, нагартовки, за счёт искусственного и естественного старения и т. д.

Цветные металлы подвергают всем видам механической обработки и обработки давлением — ковке, штамповке, прокатке, прессованию, а также резанию, сварке, пайке.



АЛЮМИНИЕВЫЕ СПЛАВЫ

Алюминиевые сплавы по технологическому признаку разделяют на деформируемые, которые обрабатывают прокаткой, прессованием, ковкой и штамповкой, и литейные, предназначенные для фасонного литья. Деформируемые сплавы по способности упрочняться термической обработкой делят на сплавы, упрочняемые и не упрочняемые термообработкой (упрочняющей термической обработкой для алюминиевых сплавов являются закалка и старение – длительная выдержка при нормальной или повышенной температуре).

К алюминиевым сплавам, не упрочняемым термической обработкой, относят:

1. Сплавы алюминия с марганцем. Примером такого сплава является сплав АМц, содержащий 1-1,5 % марганца.
2. Сплавы алюминия с магнием. Такие сплавы маркируют буквами АМг и цифрой, указывающей среднее содержание магния в сплаве.

Например: АМг2 – деформируемый сплав алюминия с магнием, содержащий около 2 % магния.

АЛЮМИНИЕВЫЕ СПЛАВЫ

К сплавам, упрочняемым термической обработкой, относят:

1. Дуралюмины. Это сплавы системы Al-Cu-Mg. Их маркируют буквой Д и цифрой, обозначающей условный номер сплава.

Например: Д1 – дуралюмин, условный номер 1.

2. Высокопрочные сплавы. К ним относят сплавы системы Al-Zn-Mg-Cu. Их маркируют буквой В и цифрой, обозначающей условный номер сплава.

Например: В93 – высокопрочный сплав, условный номер 93.

3. Ковочные сплавы. Это сплавы системы Al-Cu-Mg-Si. Их маркируют буквами АК и цифрой, обозначающей условный номер сплава.

Например: АК6 – алюминиевый ковочный сплав, условный номер 6.



ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НЕКОТОРЫХ ДЕФОРМИРУЕМЫХ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Марка сплава	Содержание элементов (остальное Al), %				Вид полуфабриката, вид термической обработки	Механические свойства			
	Cu	Mg	Mn	прочие		σ_B , МПа	$\sigma_{0,2}$, МПа	δ , %	НВ
Д1	3,5-4,5	0,4-0,8	0,4-1,0	-	Листы, закалка и старение	400	240	20	95
					Прессованные прутки, закалка и старение	480	320	14	-
Д16	3,8-4,9	1,2-1,8	0,3-0,9	-	Листы, закалка и старение	440	330	18	105
					Прессованные прутки, закалка и старение	530	400	11	-
В95	1,4-2,0	1,8-2,8	0,2-0,6	5-7 Zn, 0,10-0,25 Cr	Листы, закалка и старение	540	470	10	150
					Прессованные прутки, закалка и старение	600	560	8	150
АК6	1,8-2,6	0,4-0,8	0,4-0,8	0,7-1,2 Si	Поковки, закалка и старение	400	299	12	100
АК8	3,9-5,0	0,2-0,8	0,4-1,0	0,5-1,2 Si	Поковки, закалка и старение	480	380	9	135
АМц	-	-	1,0-1,5	-	Листы, отжиг	130	50	20	30
АМг2	-	1,7-2,4	0,1-0,5	-	Листы, отжиг	190	100	23	45
АМг6	-	5,8-6,8	0,5-0,8	0,02-0,10 Ti, 0,002-0,005Be	Листы, отжиг	340	170	20	70



АЛЮМИНИЕВЫЕ СПЛАВЫ

К литейным алюминиевым сплавам относят:

1. Сплавы алюминия с кремнием (силумины) марок АК12, АК9, АК7, АК8М и др. Силумины обладают высокими литейными свойствами, хорошо свариваются, сравнительно легко обрабатываются резанием. Их применяют для изготовления средних и крупных литых деталей ответственного назначения: корпусов компрессоров, картеров и блоков цилиндров двигателей и т.д.

2. Сплавы алюминия с медью марок АМ5, АМ4, 5Кд. Эти сплавы обладают высокой прочностью при обычных и повышенных температурах, хорошо обрабатываются резанием и свариваются, но обладают низкими литейными свойствами. Их используют для отливки небольших деталей простой формы (арматуры, кронштейнов и т.д.).

3. Сплавы алюминия с магнием (магналии) марок АМг10, АМг5Мц и др. Такие сплавы обладают высокой коррозионной стойкостью, прочностью, вязкостью и хорошей обрабатываемостью резанием, но, как и сплавы системы Al-Cu, имеют невысокие литейные свойства. Их применяют для изготовления деталей, работающих в условиях высокой влажности в судостроении и авиации: деталей приборов, вилок шасси и хвостового оперения, штурвалов и т.д.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НЕКОТОРЫХ ЛИТЕЙНЫХ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Марка сплава*	Содержание элементов (остальное Al), %					Способ литья, вид термической обработки	Механические свойства			
	Si	Mg	Cu	Mn	прочие		σ_B , МПа	$\sigma_{0,2}$, МПа	δ , %	НВ
							Не менее			
АК12 (АЛ2)	10-13	-	-	-	-	В песчаные формы, отжиг	180	80	6	50
АК9 (АЛ4)	8,0-10,5	0,17-0,30	-	0,2-0,5	-	В песчаные формы, закалка и старение	260	200	4	75
АК7 (АЛ9)	6-8	0,2-0,4	-	-	-	Под давлением, без т.о.	220	120	2	50
						В песчаные формы, закалка старение	220	160	3	75
АК8М (АЛ32)	7,5-9,0	0,3-0,5	1,0-1,5	0,3-0,5	0,1-0,3 Ti	Под давлением, без т.о.	270	160	3	80
АМ5 (АЛ19)	-	-	4,5-5,3	0,6-1,0	0,15-0,35 Ti	В песчаные формы, закалка и старение	360	250	3	100
АМг10 (АЛ27)	-	9,5-11,5	-	-	0,05-0,15 Be 0,05-0,20 Zr 0,05-0,15 Ti	В песчаные формы, закалка	360	180	15	75

*В скобках приведено старое обозначение марки сплава.



МАГНИЕВЫЕ СПЛАВЫ

Магниевые сплавы, как и алюминиевые, по технологическому признаку делят на деформируемые и литейные, по способности упрочняться термической обработкой – на упрочняемые и не упрочняемые термообработкой (закалкой и старением).

Деформируемые магниевые сплавы разработаны на базе систем Mg-Mn, Mg-Al-Zn, Mg-Zn-Zr и Mg-Li. Их маркируют буквами МА и цифрой, обозначающей условный номер сплава.

Например: МА5 – деформируемый магниевый сплав, условный номер 5.

Литейные магниевые сплавы изготавливают на базе систем Mg-Al-Zn, Mg-Zn-Zr и Mg-Nd. Эти сплавы маркируют буквами МЛ и цифрой, обозначающей условный номер сплава.

Например: МЛ8 – литейный магниевый сплав, условный номер 8.

Магниевые сплавы широко применяются в самолетостроении (корпуса приборов, насосов, фонари и двери кабины и т.д.), ракетной технике (корпуса ракет, обтекатели, топливные и кислородные баки, стабилизаторы), конструкциях автомобилей, особенно гоночных (корпуса, колеса, помпы и т.д.), в приборостроении (корпуса и детали приборов).

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НЕКОТОРЫХ МАГНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Марка сплава	Содержание элементов (остальное Mg), %				Вид термической обработки	Механические свойства			
	Mn	Zn	Al	прочие		σ_B , МПа	$\sigma_{0,2}$, МПа	δ , %	НВ
						Не менее			
Деформируемые сплавы (ГОСТ 14957-76)									
МА5	0,15-0,50	0,2-0,8	7,8-9,2	-	Закалка и старение	320	220	14	55
МА11	1,5-2,5	-	-	2,5-3,5 Nd, 0,10-0,22 Ni	Закалка и старение	280	140	10	-
МА14	-	5-6	-	0,3-0,9 Zr	Закалка и старение	350	300	9	60
МА19	-	5,5-7,0	-	0,5-0,9 Zr, 0,2-1,0 Cd, 1,4-2,0 Nd	Закалка и старение	380	330	5	80
Литейные сплавы (ГОСТ 2856-79)									
МЛ5	0,15-0,50	0,2-0,8	7,5-9,0	-	Закалка и старение	255	120	6	25
МЛ8	-	5,5-6,6	-	0,7-1,1 Zr, 0,2-0,8 Cd	Закалка и старение	255	155	5	-
МЛ12	-	4-5	-	0,6-1,1 Zr	Закалка и старение	270	160	6	-
МЛ10	-	0,1-0,7	-	0,4-1,0 Zr, 2,2-2,8 Nd	Без т.о.	200	95	6	26
МЛ15	-	4-5	-	0,7-1,1 Zr, 0,6-1,2 La	Без т.о.	210	130	3	28

МЕДНЫЕ СПЛАВЫ

По химическому составу сплавы меди делят на две основные группы: латуни (сплавы меди с цинком) и бронзы (сплавы меди с другими элементами). Бронзы, в свою очередь, подразделяют на оловянные и безоловянные. По технологическому признаку медные сплавы делят на деформируемые и литейные, по способности упрочняться с помощью термической обработки – на упрочняемые и не упрочняемые термообработкой.

Сплавы меди маркируют буквами Л (латунь) или Бр (бронза), после чего следуют буквы и цифры, обозначающие составляющие сплав элементы и среднее содержание этих элементов в процентах.

Например:

Л70 – деформируемая латунь, содержащая около 70 % меди и 30 % цинка;

ЛЦ40С – литейная латунь, содержащая 40 % цинка, 1 % свинца и 59 % меди;

БрОФ6,5-0,4 – деформируемая бронза, содержащая 6,5 % олова, 0,4 % фосфора и 93,1 % меди

БрОЗЦ12С5 – литейная бронза, содержащая 3 % олова, 12 % цинка, 5 % свинца и 80 % меди

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НЕКОТОРЫХ ЛАТУНЕЙ

Марка сплава	Содержание элементов (остальное Zn), %		Вид полуфабриката, вид термической обработки или способ литья	Механические свойства		
	Cu	прочие		σ_b , МПа	δ , %	НВ
				Не менее		
Деформируемые латуни (ГОСТ 15527-2004)						
Л90	88-91	-	Листы, отжиг	230	36	60
Л63	62-65	-	Листы, отжиг	290	38	70
ЛО70-1	69-71	1,0-1,5 Sn	Трубы, отжиг	314	55	47
ЛА77-2	76-79	1,7-2,5 Al	Трубы, отжиг	300	23	-
ЛК80-3	79-81	2,5-4,0 Si	Прутки, отжиг	275	53	93
ЛАН59-3-2	57-60	2,5-3,5 Al, 2-3 Ni	Прутки, отжиг	440	40	108
Литейные латуни (ГОСТ 17711-93)						
ЛЦ40Мц3Ж	53-58	0,5-1,5 Fe, 3-4 Mn	В песчаные формы	441	18	90
ЛЦ38Мц2С2	57-60	1,5-2,5 Pb, 1,5-2,5 Mn	В песчаные формы	245	15	80
ЛЦ40С	57-61	0,8-2,0 Pb	В кокиль	215	20	80
ЛЦ30А3	66-68	2-3 Al	В песчаные формы	294	12	80
ЛЦ16К4	78-81	3,0-4,5 Si	В песчаные формы	294	15	100
ЛЦ14К3С3	77-81	2-4 Pb, 2,5-4,5 Si	В кокиль	294	15	100



ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НЕКОТОРЫХ БРОНЗ

Марка сплава	Содержание элементов (остальное Cu), %				Вид полуфабриката, вид термической обработки или способ литья	Механические свойства		
	Sn	Pb	Zn	прочие		σ_B , МПа	δ , %	НВ
						Не менее		
Деформируемые оловянные бронзы (ГОСТ 5017-2006)								
БрОФ6,5-0,4	6-7	-	-	0,26-0,40 P, 0,1-0,2 Ni	Полосы, отжиг	295	60	69
БрОЦ4-3	3,5-4,0	-	2,7-3,3	-	Полосы, отжиг	290	35	-
БрОЦС4-4-2,5	3-5	1,5-3,5	3-5	-	Полосы, отжиг	294	35	-
Деформируемые безоловянные бронзы (ГОСТ 18175-78)								
БрА5	-	-	-	4-6 Al	Листы, отжиг	274	33	-
БрАЖ9-4	-	-	-	8-10 Al, 2-4 Fe	Прутки прессованные	540	15	110
БрБ2	-	-	-	1,8-2,1 Be, 0,2-0,5 Ni	Прутки, закалка и старение	1080	2	320
БрКМц3-1	-	-	-	2,75-3,50 Si, 1,0-1,5 Mn	Полосы, отжиг	350	35	-
БрКН1-3	-	-	-	0,6-1,1 Si, 2,4-3,4 Ni, 0,1-0,4 Mn	Прутки, закалка и старение	620	5	-



ТИТАНОВЫЕ СПЛАВЫ

Титановые сплавы по технологии изготовления подразделяют на деформируемые и литейные; по способности упрочняться термической обработкой – на упрочняемые и не упрочняемые термообработкой; по структуре в отожженном состоянии – на α - (имеют гексагональную кристаллическую решётку), β - (с кубической объёмно-центрированной решёткой) и $(\alpha + \beta)$ -сплавы.

К α -сплавам относятся сплавы титана с алюминием, а также сплавы дополнительно легированные оловом или цирконием.

Двухфазные $(\alpha + \beta)$ -сплавы обладают лучшим сочетанием механических и технологических свойств. Они легированы в основном алюминием с добавками ванадия, молибдена, хрома, железа. Сплавы $\alpha + \beta$ упрочняются термической обработкой – закалкой и старением.

Однофазные β -сплавы не имеют промышленного применения, так как обладают пониженной удельной прочностью и высокой стоимостью.

Титановые сплавы получили широкое применение в авиации, ракетной технике, судостроении, химической и других отраслях промышленности. Их используют для обшивки сверхзвуковых самолетов, изготовления деталей реактивных авиационных двигателей, корпусов ракетных двигателей, баллонов для сжатых и сжиженных газов, обшивки морских судов, подводных лодок и т.д.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НЕКОТОРЫХ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ

Марка сплава	Содержание элементов (остальное Ti), %				Структура, вид термической обработки	Механические свойства			
	Al	V	Mo	прочие		σ_b , МПа	$\sigma_{0,2}$, МПа	δ , % , не менее	КСУ, МДж/м ² , не менее
BT5	4,5-6,2	1,2	0,8	0,3 Zr	α -сплавы, ОТЖИГ	700-950	660-850	10	0,5
BT5-1	4,3-6,0	1,0	-	2-3 Sn 0,3 Zr		750-950	650-850	10	0,4
OT4	3,5-5,0	-	-	0,8-0,2 Mn 0,3 Zr		700-900	550-650	12	0,5
BT6	5,3-6,8	3,5-5,3	-	0,3 Zr	$\alpha+\beta$ -сплавы, закалка и старение	1100-1150	1000-1050	14	0,3
BT14	3,5-6,3	0,9-1,9	2,5-3,8	0,3 Zr		1150-1400	1080-1300	6	-
BT22	4,4-5,7	4,0-5,5	4,0-5,5	0,5-1,5 Cr 0,5-1,5 Fe 0,3 Zr		1100-1250	-	9	0,4

