

Прессуемые алюминиевые сплавы.

Алюминиевые сплавы условно делятся на литейные (для производства отливок) и деформируемые (для производства проката и поковок). Далее будут рассматриваться только деформируемые сплавы. Химический состав деформируемых сплавов общего применения приведен в ГОСТ 4784-97 и ГОСТ 1131-76.

Деформируемые сплавы разделяют по способу упрочнения: упрочняемые давлением (деформацией) и термоупрочняемые.

Другая классификация основана на ключевых свойствах: сплавы низкой, средней или высокой прочности, повышенной пластичности, жаропрочные, ковочные и т.д.

В таблице систематизированы наиболее распространенные деформируемые сплавы с краткой характеристикой основных свойств присущих для каждой системы. Маркировка дана по ГОСТ 4784-97 и международной классификации ИСО 209-1.

Характеристика сплавов	Маркировка		Система легирования	Примечания
СПЛАВЫ УПРОЧНЯЕМЫЕ ДАВЛЕНИЕМ (ТЕРМОНЕУПРОЧНЯЕМЫЕ)				
Сплавы низкой прочности и высокой пластичности, свариваемые, коррозионностойкие	АД0	1050А	Техн. алюминий без легирования	Также АД, А5, А6, А7
	АД1	1230		
	АМц	3003	Al – Mn	Также ММ (3005)
	Д12	3004		
Сплавы средней прочности и высокой пластичности, свариваемые, коррозионностойкие	АМг2	5251	Al – Mg (Магналии)	Также А Мг0.5, АМг1, АМг1.5АМг2.5 АМг4 и т.д.
	АМг3	5754		
	АМг5	5056		
	АМг6	-		
ТЕРМОУПРОЧНЯЕМЫЕ СПЛАВЫ				
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	B95	-	Al-Zn-Mg- Cu	Также B93
Жаропрочные сплавы	AK4- 1	-	Al-Cu-Mg- Ni-Fe	Также AK4
	1201	2219	Al-Cu-Mn	Также D20
Ковочные сплавы	AK6	-	Al-Cu-Mg- Si	
	AK8	2014		

Полуфабрикаты из термоупрочняемых сплавов упрочняются путем специальной термообработки. Она заключается в закалке с определенной температуры и последующей выдержкой в течение некоторого времени при другой температуре (старение). Происходящее при этом изменение структуры сплава, увеличивает прочность, твердость без потери пластичности. Существует несколько вариантов термообработки. Наиболее распространены следующие состояния поставки термоупрочняемых сплавов, отражаемые в маркировке проката:

- 1) не имеет обозначения - после прессования или горячей прокатки без термообработки
- 2) M - отожженное
- 3) T - закаленное и естественно состаренное (на максимальную прочность)
- 4) T1 - закаленное и искусственно состаренное (на максимальную прочность)

Для некоторых сплавов производится термомеханическое упрочнение, когда нагартовка осуществляется после закалки. В этом случае в маркировке присутствует TH или T1H. Другим режимам старения соответствуют состояния T2, T3, T5. Обычно им соответствует меньшая прочность, но большая коррозионная стойкость или вязкость разрушения.

Приведенная маркировка состояний соответствует российским ГОСТам.

Физические свойства алюминиевых сплавов.

Плотность алюминиевых сплавов незначительно отличается от плотности чистого алюминия (2.7г/см³). Она изменяется от 2.65 г/см³ для сплава AMг6 до 2.85 г/см³ для сплава B95.

Легирование практически не влияет на величину модуля упругости и модуля сдвига. Например, модуль упругости упрочненного дуралюминия D16T практически равен модулю упругости чистого алюминия A5 (E=7100 кгс/мм²). Однако, за счет того, что предел текучести сплавов в несколько раз превышает предел текучести чистого алюминия, алюминиевые сплавы уже могут использоваться в качестве конструкционного материала с разным уровнем нагрузок (в зависимости от марки

сплава и его состояния).

За счет малой плотности удельные значения предела прочности, предела текучести и модуля упругости (соответствующие величины, поделенные на величину плотности) для прочных алюминиевых сплавов сопоставимы с соответствующими значениями удельных величин для стали и титановых сплавов. Это позволяет высокопрочным алюминиевым сплавам конкурировать со сталью и титаном, но только до температур не превышающих 200 С.

Большинство алюминиевых сплавов имеют худшую электро- и теплопроводность, коррозионную стойкость и свариваемость по сравнению с чистым алюминием.

Ниже в таблице приведены значения твердости, тепло- и электропроводности для нескольких сплавов в различных состояниях. Поскольку значения твердости коррелируют с величинами предела текучести и предела прочности, то эта таблица дает представление о порядке и этих величин.

Из таблицы видно, что сплавы с большей степенью легирования имеют заметно меньшую электро- и теплопроводность, эти величины также существенно зависят от состояния сплава (М, Н2, Т или Т1):

марка	твердость, НВ			электропроводность в % по отношению к меди			теплопроводность в кал/оС		
	М	Н2	Н,Т(Т1)	М	Н2	Н, Т(Т1)	М	Н2	Н, Т(Т1)
А8 - АД0	25		35	60			0.52		
АМц	30	40	55	50	40		0.45	0.38	
АМг2	45	60		35		30	0.34		0.30
АМг5	70			30			0.28		
АД31			80	55		55	0.45		
Д16	45		105	45		30	0.42		0.28
В95			150			30			0.28

Из таблицы видно, что только сплав АД31 сочетает высокую прочность и высокую электропроводность. Поэтому «мягкие» электротехнические шины производятся из АД0, а «твердые» - из АД31 (ГОСТ 15176-89). Электропроводность этих шин составляет (в мкОм*м):

0,029 – из АД0 (без термообработки, сразу после прессования)

0,031 – из АД31 (без термообработки, сразу после прессования)

0.035 – из АД31Т (после закалки и естественного старения)

Теплопроводность многих сплавов (АД31, АД35, 6060, 6063) вдвое ниже, чем у чистого алюминия, но все равно она выше, чем у сталей.

Коррозионные свойства.

Наилучшие коррозионные свойства имеют сплавы АМц, АМг, АД31, а худшие – высоко-прочные сплавы Д16, В95, АК. Кроме того коррозионные свойства термоупрочняемых сплавов существенно зависят от режима закалки и старения. Например сплав Д16 обычно применяется в естественно-состаренном состоянии (Т). Однако свыше 80оС его коррозионные свойства значительно ухудшаются и для использования при больших температурах часто применяют искусственное старение, хотя ему соответствует меньшая прочность и пластичность (чем после естественного старения). Многие прочные термоупрочняемые сплавы подвержены коррозии под напряжением и расслаивающей коррозии.

Свариваемость.

Хорошо свариваются всеми видами сварки сплавы АМц и АМг. При сварке нагартованного проката в зоне сварочного шва происходит отжиг, поэтому прочность шва соответствует прочности основного материала в отожженном состоянии.

Из термоупрочняемых сплавов хорошо свариваются авиали, сплав 1915. Сплав 1915 относится к самозакаливающимся, поэтому сварной шов со временем приобретает прочность основного материала. Большинство других сплавов свариваются только точечной сваркой.

Прессуемые сплавы.

Обозначение	Значение показателей, не менее					
	Состояние материала	Обозначение состояния материала	Толщина стенки, мм	Временное сопротивление при растяжении $\sigma_{0.2}$, МПа	Предел текучести при растяжении, МПа	Относительное удлинение при растяжении, %
системы и марки сплава	Неполностью закаленное и	T5	До 3 включ.	175,0	130,0	8,0
АД31 1310	искусственно состаренное		Св. 3 до 10 включ.	157,0	118,0	8,0
	Закаленное и искусственно состаренное	T1	Все размеры	196,0	147,0	8,0
	Закаленное и искусственно состаренное повышенной прочности	T1 (22)	До 10 включ.	215,0	160,0	8,0

	То же	T1 (25)	То же	245,0	195,0	8,0
AlMgSi 6060	Неполностью закаленное и	T5	До 5 включ.	160,0	120,0	8,0
	искусственно состаренное		Св. 5 до 25 включ	140,0	100,0	8,0
	Закаленное и искусственно	T6	До 3 включ.	190,0	150,0	8,0
	состаренное		Св. 3 до 25 включ.	170,0	140,0	8,0
	Закаленное и искусственно состаренное	T66	До 3 включ.	215,0	160,0	8,0
	повышенной прочности		Св. 3 до 25 включ.	195,0	150,0	8,0
	Неполностью закаленное и	T5	До 3 включ.	175,0	130,0	8,0
AlMg _{0,7} Si 6063	искусственно состаренное		Св. 3 до 10 включ.	160,0	110,0	7,0
	Закаленное и искусственно состаренное	T6	До 10 включ.	215,0	170,0	8,0
	Закаленное и искусственно	T66	До 6 включ.	245,0	200,0	8,0
	состаренное повышенной прочности		Св. 6 до 10 включ.	225,0	180,0	8,0

Примечания

1 Для сплавов AlMgSi 6060, AlMg_{0,7}Si 6063 состояние материала указано в соответствии с принятой международной практикой.