

УДК 669.717 (03)

А. А. Илларионова

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина,
г. Екатеринбург

**illarionovag@mail.ru*

Научный руководитель – доц., канд. техн. наук *А. Г. Илларионов**

АЛЮМИНИЕВЫЕ СПЛАВЫ И ИХ ТЕРМООБРАБОТКА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ

Рассмотрены виды термообработки алюминиевых сплавов, используемых для строительных конструкций различного назначения с заданным комплексом свойств.

Ключевые слова: алюминиевые сплавы, термическая обработка, строительные конструкции, свойства, применение.

A. A. Illarionova

ALUMINUM ALLOYS AND THEIR HEAT TREATMENT WHEN USED IN CONSTRUCTION DESIGNS

The types of heat treatment of aluminum alloys used for building structures of various purposes with the required complex of properties are considered.

Keywords: aluminum alloys, heat treatment, building structures, properties, application.

Алюминий и его сплавы занимают первое место по объему производства среди цветных металлов [1]. Одной из основных областей применения алюминиевых сплавов, наряду с авиационно-космической техникой, электротехникой, пищевой промышленностью, машиностроением, является их использование в строительных конструкциях [2]. В качестве основных преимуществ применения в строительстве алюминиевых сплавов по сравнению со сплавами на основе железа (сталями и чугунами) является более низкая плотность ($2,7 \text{ г/см}^3$ (Al) против $7,8 \text{ г/см}^3$ (Fe)), высокая удельная прочность ($\sigma/\text{гг}$), коррозионная стойкость, тепло- и электропроводность (в 3–4 раза выше чем у железа), хладостойкость, технологичность в изготовлении (технологическая пластичность, и в ряде случаев свариваемость). Но при этом алюминий и его сплавы по сравнению со сплавами железа имеют более высокую стоимость (примерно в 5–6 раз дороже), низкий модуль упругости (в 3 раза меньше, чем у железа) и предел выносливости при знакопеременных нагрузках, что ограничивает объемы их использования в конструкциях.

В строительных конструкциях преимущественно используются деформируемые алюминиевые сплавы, литейные сплавы практически не применяются из-за более низких прочностных и усталостных характеристик. Деформируемые алюминиевые сплавы для обеспечения требуемого уровня свойств, в первую очередь механических, подвергаются термической обработке – смягчающей в виде отжига (рекристаллизационного или дорекристаллизационного) или упрочняющей (закалка и искусственное/естественное старение) [3].

Отжиг как окончательная термическая обработка используется для термически неупрочняемых сплавов типа технического алюминия (сплав АД1), системы Al–Mn (сплав АМц) и Al–Mg (магналии – АМг2, АМг5, АМг6, АМг61). Если отжиг рекристаллизационный, обеспечивающий максимальную пластичность при невысокой прочности то в конце марки ставится буква М (АД1М), если отжиг дорекристаллизационный, частично снимающий деформационное упрочнение в сплаве, то ставится буква П (полунагартованный – АМцП).

Упрочняющая термическая обработка алюминиевых материалов для строительных конструкций используется для сплавов на основе систем: Al–Mg–Si (это авиали АД31, АД33, АД35, АВ), Al–Cu–Mg (это дуралюмины Д1, Д16), Al–Zn–Mg (это высокопрочные сплавы В92, В95). Если после закалки применяется естественное старение при комнатной температуре, то в конце марки ставится буква Т (Д1Т), а если старение искусственное на максимальную прочность при температурах выше комнатной, то ставится обозначение Т1 (АД31Т1). Режимы термической обработки сплавов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Режимы термической обработки алюминиевых сплавов [3, 4]

Сплавы	Состояние	Режим термообработки
АД1	М	$T_{\text{отжига}} = 300 \dots 400 \text{ } ^\circ\text{C}, t = 5\text{--}30 \text{ мин}$
АМц	М	$T_{\text{отжига}} = 450 \dots 470 \text{ } ^\circ\text{C}, t = 5\text{--}30 \text{ мин}$
АМц	П	$T_{\text{отжига}} = 200 \dots 300 \text{ } ^\circ\text{C}, t = 1\text{--}3 \text{ ч}$
АМг2	М	$T_{\text{отжига}} = 350 \dots 420 \text{ } ^\circ\text{C}, t = 1\text{--}3 \text{ ч}$
АМг2	П	$T_{\text{отжига}} = 150 \dots 180 \text{ } ^\circ\text{C}, t = 1\text{--}3 \text{ ч}$
АМг5, АМг6, АМг61	М	$T_{\text{отжига}} = 310 \dots 335 \text{ } ^\circ\text{C}, t = 0,5\text{--}3 \text{ ч}$
АД31, АД33, АД35, АВ	Т	$T_{\text{закалки}} = 515 \dots 530 \text{ } ^\circ\text{C}, t = 0,25\text{--}3 \text{ ч, охл. – вода, } T_{\text{старения}} = 20 \text{ } ^\circ\text{C}, t = 240\text{--}260 \text{ ч}$
АД31, АД33, АД35, АВ	Т1	$T_{\text{закалки}} = 515 \dots 530 \text{ } ^\circ\text{C}, t = 0,25\text{--}3 \text{ ч, охл. – вода, } T_{\text{старения}} = 160\text{--}170 \text{ } ^\circ\text{C}, t = 10\text{--}12 \text{ ч}$
Д1, Д16	Т	$T_{\text{закалки}} = 495 \dots 510 \text{ } ^\circ\text{C}$ (Д1) и $485 \dots 503 \text{ } ^\circ\text{C}$ (Д16), $t = 0,25\text{--}3 \text{ ч, охл. – вода, } T_{\text{старения}} = 20 \text{ } ^\circ\text{C}, t \geq 96 \text{ ч}$
В92, В95	Т	$T_{\text{закалки}} = 450 \dots 470 \text{ } ^\circ\text{C}$ (В92) и $465 \dots 475 \text{ } ^\circ\text{C}$ (В95), $t = 0,25\text{--}3 \text{ ч, охл. – вода, } T_{\text{старения}} = 20 \text{ } ^\circ\text{C}, t \geq 72 \text{ ч}$

В зависимости от назначения алюминиевые строительные конструкции делятся на ограждающие, сочетающие несущие и ограждающие функции, и несущие. В целом назначение конструкций из алюминия шире, чем у стальных, используемых преимущественно для несущих конструкций [2].

В табл. 2 приведены алюминиевые сплавы, используемые для конструкций различного назначения.

Таблица 2

Алюминиевые сплавы для строительных конструкций [2]

Назначение конструкции	Свойства сплавов		Марка сплава	
	прочность	коррозионная стойкость	Сварные соединения	Заклепочные и болтовые соединения
Ограждающие	невысокая	высокая	АД1М, АМцМ, АМг2М, АД31Т	
Совмещающие несущие и ограждающие функции	невысокая	высокая	АМцМ, АМг2М, АД31Т	
	средняя	высокая	АМцП, АМг2П, АД31Т, АД31Т1, АД33Т, АД35Т, АВТ	
	высокая	высокая	АМг5М, АД33Т1, АД35Т	
Несущие	средняя	невысокая	–	Д1Т
		средняя и высокая	АМг5М, АМг6М, АД33Т1, АВТ1	
	высокая	невысокая	–	Д16Т, В95Т
		средняя и высокая	АМг61М, В92Т	АД35Т1, В92Т

Сопоставление данных табл. 1 и 2 показало, что если от алюминиевой строительной конструкции не требуется высокая прочность, но необходима коррозионная стойкость, то лучше всего использовать низколегированные термически неупрочняемые сплавы в отожженном состоянии или авиали после естественного старения. Для конструкций средней прочности со средней и высокой коррозионной стойкостью применяют низколегированные неупрочняемые сплавы после дорекристаллизационного отжига или высоколегированные магналии после рекристаллизационного отжига, а также авиали как после естественного, так и искусственного старения. Для обеспечения высокой прочности со средней и высокой коррозионной стойкостью используются отожженные высоколегированные магналии и термически упрочненные сплавы АД35 и В92. Если не требуется высокая коррозионная стойкость, то среднюю и высокую прочность обеспечивают естественно состаренные дуралюмины и высокопрочные сплавы алюминия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Полмеар Я. Легкие сплавы. От традиционных до нанокристаллов / Я. Полмеар. Москва : Техносфера, 2008. 464 с.
2. Применение алюминиевых сплавов. Справочное руководство / М. Б. Альтман [и др.]. Москва : Металлургия, 1973. 408 с.
3. Колачев Б. А. Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов: учебник / Б. А. Колачев, В. И. Елагин, В. А. Ливанов. Москва : МИСИС, 1999. 416 с.
4. Колачев Б. А. Технология термической обработки цветных металлов и сплавов: учеб. пособие / Б. А. Колачев, Р. М. Габидулин, Ю. В. Пигузов. Москва : Металлургия, 1980. 280 с.