

Режимы термообработки алюминиевых и магниевых сплавов

Выполнил
Студент Кудряшов А.В.
Группа СМ-215

Термическая обработка сплавов

Термической обработкой называется совокупность операций нагрева, выдержки и охлаждения твердых металлических сплавов с целью получения заданных свойств за счет изменения внутреннего строения и структуры.

Цель термообработки – придание сплавам таких свойств, которые требуются в процессе эксплуатации изделий.

Основные виды термической обработки
– **отжиг, закалка, отпуск и старение.**

Все операции термообработки разделяются на *разупрочняющие* (отжиг) и *упрочняющие* (закалка с отпуском или старением).

Разупрочняющая термообработка

Отжиг – термическая обработка, в результате которой металлы или сплавы приобретают структуру, близкую к равновесной. Отжиг вызывает разупрочнение металлов, сопровождающееся повышением пластичности и снятием остаточных напряжений.

Отжиг заключается в нагреве изделий до определенной температуры, выдержке их при данной температуре с последующим медленным охлаждением вместе с печью. При этом заготовки или изделия получают устойчивую структуру без остаточных напряжений.

Цели отжига – снятие внутренних напряжений, устранение структурной и химической неоднородности, снижение твердости и улучшение обрабатываемости, подготовка к последующей операции термообработки.

Упрочняющая термообработка

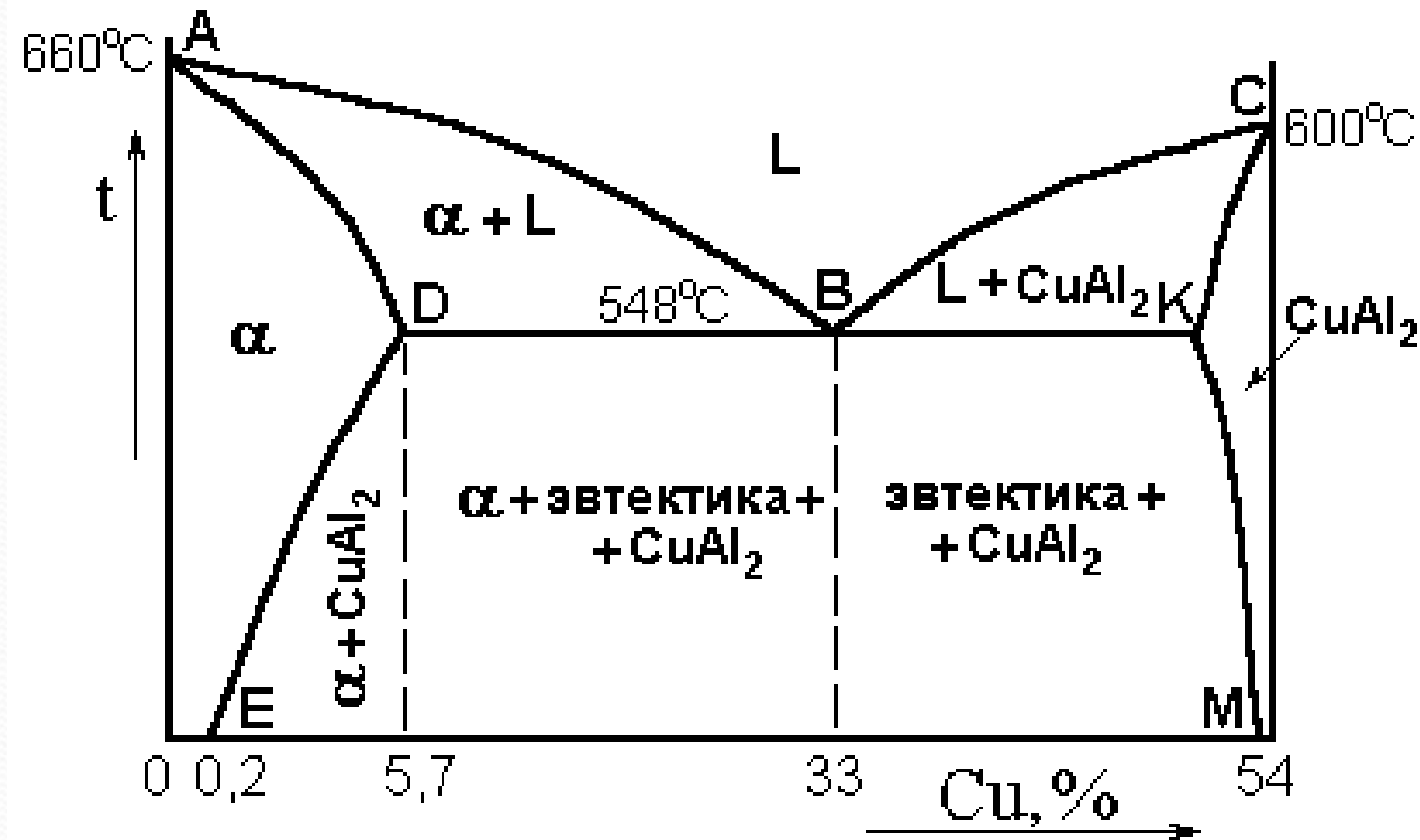
Закалка – ТО, в результате которой в сплавах образуется неравновесная структура пересыщенного твердого раствора.

Сплав нагревают выше температуры фазового превращения в твердом состоянии, после чего быстро охлаждают, чтобы предотвратить равновесное превращение при охлаждении.

Отпуск –ТО, в результате которой в предварительно закаленном сплаве происходит фазовое превращение, приближающее его структуру к равновесной. После отпуска происходит распад пересыщенного твердого раствора, сформировавшегося при закалке. Отпущенная структура обеспечивает более высокие механические свойства по сравнению с отожженным состоянием.

Старение – ТО, в результате которой из пересыщенного твердого раствора выделяются мелкодисперсные частицы второй фазы, формирующие равновесную структуру. Старение закаленного сплава приводит к повышению прочности, без значительного снижения пластичности.

Термообработка дуралюмина

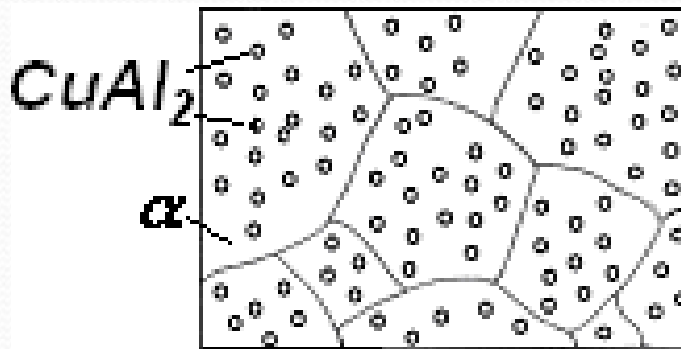


Дуралюмин – сплав алюминия с 4-5 % меди

Термообработка дуралюмина

Отжиг

Отжиг (разупрочняющая термообработка) дуралюмина заключается в нагреве сплава до 550 °С выдержке и охлаждении вместе с печью.



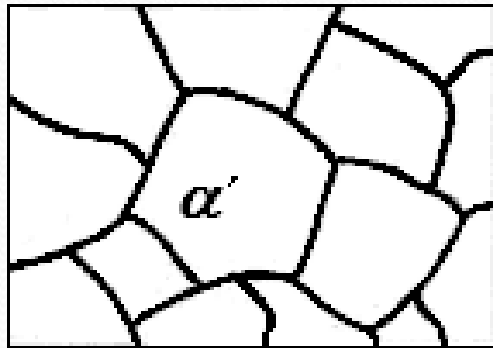
В отожженном – равновесном состоянии структура дуралюмина состоит из зерен твердого раствора меди в алюминии и частиц соединения CuAl_2 . При этом частицы CuAl_2 крупные.

Такая структура обеспечивает сплаву хорошую пластичность ($\delta = 18-20\%$) при относительно невысоких значениях прочности и твердости (49 НВ).

Термообработка дуралюмина

Закалка

Закалка дуралюмина заключается в нагреве сплава до 550 °С, выдержке и быстром охлаждении в воду.



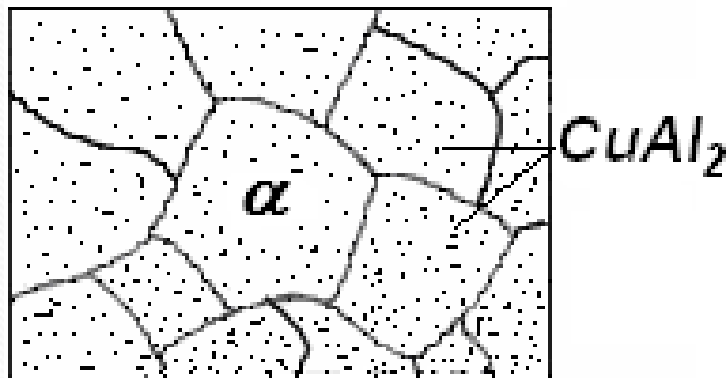
При нагреве в печи частицы CuAl_2 растворяются в твердом растворе α - структура станет однофазной. Затем при быстром охлаждении в воду – медь не успевает выделиться из твердого раствора и сохранится в нем после охлаждения. В результате сформируется пересыщенный твердый раствор замещения меди в алюминии – α' .

После закалки значительного упрочнения дуралюмина не происходит – его твердость составляет 90 НВ, однако пластичность возрастает до $\delta = 20-24 \%$, что позволяет пластически деформировать сплав в этом состоянии.

Термообработка дуралюмина

Старение

Старение дуралюмина заключается в длительной выдержке несколько суток при комнатной температуре (**естественное старение**) или короткой выдержке в несколько десятков минут при повышенной температуре 100-180 °С (**искусственное старение**).



При выдержке закаленного сплава, в пересыщенном α' - твердом растворе происходит диффузионное перераспределение атомов меди с формированием мелкодисперсных (30 нм) частиц CuAl_2 .

Формирование в структуре сплава дисперсных частиц CuAl_2 включает механизм дисперсионного упрочнения и приводит к значительному повышению значений прочности и твердости (120 НВ), при незначительном снижении пластичности ($\delta = 10-18\%$).

Термическая обработка цветных металлов

Медь и ее сплавы. Отжигают при температуре 500...700° С. Охлаждают в воде или на воздухе. После отжига твердость - НВ 35.

Латунь.

Латуни отжигают при температурах 540...720° С (в зависимости от марки латуни). После отжига твердость НВ 48...НВ 117. $\sigma_B = 24...55 \text{ кгс/мм}^2$.

Бронза.

Оловянные бронзы отжигают при температуре 580...650°С. После отжига твердость - НВ 55...90, $\sigma_B = 30...45 \text{ кгс/мм}^2$.

Безоловянные бронзы отжигают при температуре 600...750°С. После отжига твердость - НВ 60...160, $\sigma_B = 30...64 \text{ кгс/мм}^2$. Температура отпуска 300...450° С. Температура нагрева для закалки 760...980° С. Твердость после закалки в воде НВ 150...400.

Магний и его сплавы

Температура отжига *магния* 300...350° С. После отжига твердость - НВ 40.

Температура отжига и закалки *магниевых деформируемых сплавов* 230...425° С. Выдержка 0,5...6ч. Закалочная среда: воздух, горячая вода. Твердость после отжига и закалки НВ 35...64. $\sigma_B = 19...34 \text{ кгс/мм}^2$.

Температура отжига и закалки *литейных магниевых сплавов* 170...570° С. Выдержка 2...32ч. Закалочная среда: в печи, воздух. Твердость после отжига и закалки НВ 30...80. $\sigma_B = 9...26 \text{ кгс/мм}^2$.

Алюминий и его сплавы

Температура отжига *алюминия* 370...400° С. После отжига твердость - НВ 20.

Температура отжига и закалки *алюминиевых деформируемых сплавов* 380...540° С. Время нагрева 8...180мин.

Закалочная среда: воздушная электропечь, селитровая ванна. Твердость после отжига и закалки НВ 17...132.
 $\sigma_B = 6...50 \text{ кгс/мм}^2$.

Температура отжига и закалки *алюминиевых литейных сплавов* 145...585° С. Выдержка 1...48ч. Температура воды при закалке 20...100° С. Твердость после отжига и закалки НВ 45...100. $\sigma_B = 14...38 \text{ кгс/мм}^2$

Никель и его сплавы

Температура отжига *никеля* 750...900° С. После отжига твердость - НВ 70...90. Чтобы предотвратить окисление никеля и его сплавов, отжиг проводят в среде защитных газов или в емкости с древесным углем (герметичной).

Температура отжига *никелевых сплавов* 500...1000° С.
Твердость после отжига НВ 38...200.

Титан и его сплавы

Температура отжига и закалки *титановых сплавов* 450...980° С. Выдержка 0,1...25ч. Охлаждающая среда: вода, воздух, в печи. $\sigma_{\text{в}} = 30...140 \text{ кгс/мм}^2$.

	Температура отжига ° C	Твердость после отжига НВ	Выдержка МИН	Естественное старение (суток)	Температура искусственного старения ° C	Искусственное старение (часов)
Алюминий	370...400 ° C	20	8...180	30...35	175 ° C	8
Алюминиевые деформируемые сплавы	380...540 ° C	17...132	8...180	35...40	190 ° C	12
Алюминиевые литейные сплавы	145...585° C	45...100	1...48	40...45	160 ° C	18
Магний	300...350 ° C	40	30...180	50...70	175±5 ° C	16
Магниеые деформируемые сплавы	230...425 ° C	35...64	30...360	90...110	200±5 ° C	16
Магниеые литейные сплавы	170...570° C	30...80	120...1920	120...150	200±5 ° C	12-16