

Режимы термоциклической обработки. Микроструктура и механические свойства алюминиевых сплавов

Ткаченко Г.А.

Белорусский национальный технический университет

Под термоциклической обработкой (ТЦО) понимают варианты термической обработки, осуществляемые с использованием многократных циклических тепловых воздействий. Существуют виды ТЦО без фазовых и с фазовыми превращениями, а также в области переменной растворимости элементов друг в друге или в интервале температур дисперсионного твердения. Температурный интервал ТЦО сплавов, не упрочняемых термической обработкой, ограничивается верхней температурой цикла (высокотемпературное ТЦО), которая ниже начала плавления. В случае нагрева, ниже линии сольвус, ТЦО относится к низкотемпературному процессу. ТЦО для литейных и деформируемых алюминиевых сплавов направлено на повышение твердости, прочности с сохранением вязкости, пластичности, а также размерной стабильности.

Трансформация макро- и субструктуры при ТЦО сплава АЛ4, обработанного в режиме ВТЦО (535-450 °С, 15-20 циклов) и старение при 175 °С (15 ч), приводит к сфероидизации и коагуляции частиц кремня и формированию полигональной структуры твердого раствора. Указанные изменения способствуют увеличению прочности на 30% от исходного значения (σ_b 256 МПа) с сохранением пластичности сплава (δ 4,5 %).

В основе НТЦО стареющих сплавов лежит распад твердого раствора, который сопровождается многократным процессом термического возврата.

Сплав марки Д16, после стандартной закалки и старения, обладает прочностью в 450 МПа и пластичностью соответствующей 6%. Сплав марки Д16 резко изменяет механические свойства при обработке по режиму (200-20 °С, 2-20 циклов) со скоростью печного нагрева 0,4-0,8 °С/с и 30 °С/с охлаждение. Прочность сплава снижается на 20% от исходной, а пластичность увеличивается в 5 раз.

В следствие периодического образования и растворения мелких зон Г-П в матричном растворе формируется субструктура (полигональная). Это обусловлено релаксацией напряжений путем микропластической деформации, что подтверждается напряженно-деформированным состоянием сплава, определяемого по уменьшению физического уширения на рентгенограммах. ТЦО также способствует диспергированию и равномерному распределению зон Г-П в сплаве.