

DOI: 10.17223/9785946218412/74

ВЛИЯНИЕ ИПД НА ПРОЯВЛЕНИЕ ЭФФЕКТА ПЛШ В AlMgMnZr СПЛАВЕ

Борисова Ю.И., Юзбекова Д.Ю., Могучева А.А.

Белгородский государственный университет, Белгород

Al–Mg сплавы в течение длительного времени использовались в качестве основных материалов для исследования эффекта Портевена-Ле Шателье (ПЛШ) [1], которое характеризуется пространственно-временными закономерностями локализации пластической деформации [2]. В данной работе было изучено проявление эффекта ПЛШ в трех различных микроструктурных состояниях AlMgMnZr сплава, полученных методами интенсивной пластической деформации (ИПД).

Исследуемый сплав, полученный методом непрерывного литья и последующей гомогенизации при температуре 360°C в течение 6 часов, был подвергнут: 1) прокатке при комнатной температуре со степенью обжатия 70% и последующему рекристаллизационному отжигу при температуре 400°C в течение 2 часов – это состояние обозначили как КЗ; 2) равноканальному угловому прессованию при температуре 300°C до степени деформации $\varepsilon \sim 12\%$ - это состояние обозначили как УМЗ; и 3) холодной прокатке при комнатной температуре и степени деформации 80% - это состояние обозначили как СМК. Образцы исследуемого сплава были деформированы в интервале скоростей деформации $5,2 \times 10^{-5}$ – $2,1 \times 10^{-1} \text{ с}^{-1}$.

Анализ деформационных кривых AlMgMnZr сплава в КЗ состоянии, полученных при комнатной температуре и различных скоростях деформации показывает, что увеличение скорости деформации приводит к изменению формы скачков нагрузки в следующей последовательности А → В → А. Таким образом, зубчатость типа А наблюдается при низких (1×10^{-5} , $5,2 \times 10^{-5}$ и $1 \times 10^{-4} \text{ с}^{-1}$) и высоких (1×10^{-1} и $2,1 \times 10^{-1} \text{ с}^{-1}$) скоростях деформации, тогда как при промежуточной скорости ($1 \times 10^{-3} \text{ с}^{-1}$) деформационная кривая исследуемого сплава характеризуется зубчатостью типа В.

Аналогичные испытания на растяжение в широком скоростном интервале были проведены для сплава в УМЗ состоянии. Измельчение зеренной структуры приводит к изменению последовательности типов прерывистого течения. Зубчатость типа В наблюдается при скорости деформации $1 \times 10^{-3} \text{ с}^{-1}$. Увеличение или уменьшение скорости деформации сопровождается склонностью к типу А. Деформационные кривые при высоких скоростях деформации (1×10^{-1} и $2,1 \times 10^{-1} \text{ с}^{-1}$) характеризуются чистым типом А. В тех случаях, когда тип В проявляет стойкость, можно наблюдать смешанный тип А+В. На деформационных кривых тип В исчезает постепенно при уменьшении скорости деформации ($\leq 1 \times 10^{-4} \text{ с}^{-1}$). Такая склонность к типу В приводит к поведению при котором зубчатость типа В чередуется со смешанным типом А+В.

Также были проанализированы кривые зависимости напряжения от деформации AlMgMnZr сплава в СМК состоянии, полученные при комнатной температуре и различных скоростях деформации. На деформационных кривых, полученных при скорости деформации 1×10^{-2} и $1 \times 10^{-1} \text{ с}^{-1}$, наблюдаются регулярные глубокие колебания напряжения течения после начала шейкообразования. В общем случае, кривые деформации характеризуются отсутствием скачков нагрузки на стадии пластического течения. Однако, зубчатость типа С, которая характеризуется регулярными глубокими падениями напряжения течения ниже общего уровня кривой, можно наблюдать на стадии разупрочнения деформационной кривой полученной при скорости деформации $1 \times 10^{-3} \text{ с}^{-1}$. Таким образом, можно сделать вывод, что ИПД AlMgMnZr сплава приводит к подавлению эффекта ПЛШ.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ (Соглашение № 17-72-20239) с использованием оборудования Центра коллективного пользования "Технологии и Материалы НИУ "БелГУ".

1. Aboulfadl H. et al. Dynamic strain aging studied at the atomic scale //Acta Materialia. 2015. Т. 86. С. 34-42.
2. Robinson J. M. Serrated flow in aluminium base alloys //International Materials Reviews. 1994. Т.39. №.6. С.217-227.