ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

INTERNATIONAL WORKSHOP

**«Multiscale Biomechanics and Tribology
of Inorganic and Organic Systems»**

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

**«Перспективные материалы с иерархической структурой
для новых технологий и надежных конструкций»**

**VIII ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ,
ПОСВЯЩЕННАЯ 50-ЛЕТИЮ ОСНОВАНИЯ
ИНСТИТУТА ХИМИИ НЕФТИ**

«Добыча, подготовка, транспорт нефти и газа»

DOI: 10.17223/9785946218412/246

МИКРОСТРУКТУРА, СТАТИЧЕСКАЯ ПРОЧНОСТЬ И СВЕРХПЛАСТИЧНОСТЬ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА 1570С, ПОДВЕРГНУТОГО ВСЕСТОРОННЕЙ КОВКЕ С ПОНИЖЕНИЕМ ТЕМПЕРАТУРЫ

Ситдииков О.Ш., Автократова Е.В., Ильясов Р.Р., Латыпова О.Э., Маркушев М.В.

Институт проблем сверхпластичности металлов РАН, Уфа

Исследовали влияние всестороннейковки (ВК) с понижением температуры на структуру и механические свойства литого сплава 1570С (Al-5Mg-0,18Mn-0,2Sc-0,02Zr (вес. %)). Ковку проводили на крупнозернистых (с размером зерна 25 мкм) заготовках Ø80x150 мм за три этапа: I - при температуре 325°C до суммарной степени деформации $\epsilon = 12$, II - при 250°C до $\epsilon = 18$, III - при 175°C до $\epsilon = 24$. Показано, что уже после первого этапа формировалась однородная мелкозернистая структура со средним размером и объемной долей мелких зерен 2 мкм и 80%, а после третьего - однородная (ультра)мелкозернистая структура с размером зерен 1 мкм и их долей 95%, соответственно.

Обнаружено, что после I этапа ВК, несмотря на измельчение зерен на порядок, прочность сплава сохранялась на уровне гомогенизированного слитка на фоне значительного повышения его пластичности. Отсутствие значимого упрочнения было связано с тем, что упрочняющий эффект от измельчения зерен компенсировался разупрочнением, вызванным изменением морфологии дисперсных выделений $Al_3(Sc,Zr)$. После трех этапов ВК прирост твердости сплава составил около 15%, предела текучести - 30%, предела прочности - 11% и сопровождался сохранением достаточно высоких показателей пластичности при комнатной температуре.

Оценка термической стабильности микроструктуры сплава после ВК показала, что полученные структурные состояния стабильны после часовых отжигов вплоть до 400°C. При этом более равновесная и менее дисперсная структура, полученная после I этапа ВК, демонстрировала большую стабильность, чем более нагартованная и дисперсная структура после III этапа. Отличительной особенностью последней являлась подверженность аномальному росту зерен, приводившая к формированию бимодальной структуры уже при отжиге при 425°C, содержащей области как крупных, так и (ультра)мелких зерен. Рост зерен сопровождался резким падением твердости сплава.

Обнаружено, что сплав после I этапа ВК демонстрировал уникальную высокоскоростную сверхпластичность в интервале температур 400-500°C с удлинениями $\geq 500\%$. Наибольшие значения удлинения (до 2850%) и коэффициента скоростной чувствительности m (0,4-0,6) были зафиксированы при скорости деформации $1 \times 10^{-2} \text{ с}^{-1}$ и температуре испытаний 500°C, а также при $6 \times 10^{-3} \text{ с}^{-1}$ и 450°C. При понижении температуры ВК характеристики сверхпластичности сплава снижались вследствие увеличения плотности дислокаций (дислокационных границ) и снижения стабильности структуры. В результате, после третьего этапа ВК температурно-скоростной диапазон сверхпластичности сплава заметно сужался: высокоскоростная сверхпластичность с удлинениями до 1700% с $m \leq 0,4$ была достигнута лишь в интервале скоростей деформации $1,4 \times 10^{-2}$ - $5,6 \times 10^{-2} \text{ с}^{-1}$ при 350 - 400°C. При этом при 350°C в интервале скоростей деформации 5×10^{-3} - $1 \times 10^{-1} \text{ с}^{-1}$ наблюдали сверхпластичное поведение с удлинениями $> 800\%$, которое можно отнести к низкотемпературной сверхпластичности.

Сделан вывод о том, что ВК с понижением температуры является эффективным методом обработки, позволяющим получать массивные заготовки из сплава 1570С с уникальным сочетанием параметров статической прочности при комнатной температуре, и высокоскоростной и низкотемпературной сверхпластичности.

Работа выполнена при поддержке РНФ (грант № 16-19-10152-П) (проведение ВК, анализ структуры и механических свойств) и Министерства науки и высшего образования РФ по госзаданию ИПСМ РАН № АААА-А19-119021390107-8 (анализ сверхпластичности).