

ДЕФОРМАЦИЯ МЕДИ В КРИОГЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Конькова Т. Н.¹, Миронов С. Ю.^{1,2}, Корзников А. В.¹

Руководитель – с.н.с., д.т.н., профессор Корзников А. В.

Учреждение Российской академии наук Институт Проблем
Сверхпластичности Металлов РАН, г. Уфа

e-mail: konkova_05@mail.ru

Измельчение размера зерен в конструкционных материалах может существенно улучшить их прочностные характеристики в условиях холодной деформации и пластические в условиях горячей. Как следствие, имеет место устойчивый практический интерес к разработке технологий, позволяющих радикально уменьшить размер зерен. В настоящее время перед материаловедами стоит задача формирования субмикро- и нанокристаллических (СМК и НК) структур, причем в объемах, пригодных для промышленного использования.

Одним из возможных способов решения этой задачи может служить деформация при температуре жидкого азота (так называемая криогенная деформация). Предполагается, что крайне низкие температуры деформации значительно затрудняют процессы возврата и, тем самым, существенно ускорят измельчение микроструктуры.

В рамках данной работы была предпринята попытка более тщательной аттестации микроструктуры меди подвергнутой криогенной прокатке. В качестве материала исследования была использована технически чистая (99.9%) медь марки М1. Горячекатаный пруток был разрезан на части диаметром 40 мм и длиной 70 мм и подвергнут «abc» деформации в интервале температур 500-300°C. Состояние, полученное в результате этой обработки, было принято за исходное. Из центральной части кованных заготовок были вырезаны образцы для прокатки в виде пластин размерами 45x45x5 мм³. Криогенная прокатка осуществлялась на прокатном стане ЛИС 6/200 с диаметром рабочих валков 200 мм при постоянной скорости прокатки 100 мм/с. Общая деформация составляла 50% обжатия, что примерно соответствует истинной деформации $\epsilon \sim 1.0$. Криогенная деформация проводилась в воздушной атмосфере. Перед каждым циклом деформации образцы и бойки охлаждались в контейнере с жидким азотом до температуры $-196 \pm 10^\circ\text{C}$.

Обнаружено, что продольные и поперечные размеры зерен существенно увеличились по сравнению с исходным средним размером зерен, составляющим 1.8 мкм. Основываясь на сопоставлении микроструктур в продольном сечении листа и в плоскости прокатки, можно предположить, что исходные зерна были вытянуты в ходе прокатки в соответствии с постулатом Тейлора-Поляни. Средняя «толщина» зерен в продольном сечении уменьшилась примерно вдвое по сравнению с

исходной микроструктурой и составляет около 0.8 мкм. Микроструктуре присуща довольно развитая сеть малоугловых границ. Отличительной чертой микроструктуры также является наличие линзообразных кристаллитов, окаймленных границами с разориентировкой близкой к двойниковой разориентации $60^\circ \langle 111 \rangle$, однако удельная доля двойников в структуре не высока. Таким образом, эволюция зеренной структуры, в основном, определялась геометрическим эффектом деформации, а вклад механического двойникования и фрагментации был мал.

На основе анализа текстурных данных был сделан вывод, что криогенные условия деформации не привели к фундаментальному изменению характера пластического течения, и основным механизмом деформации было $\{111\} \langle 110 \rangle$ дислокационное скольжение.