

МИКРОСТРУКТУРА И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АУСТЕНИТНОЙ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ 10X18H8ДЗБР, ПОДВЕРГНУТОЙ ПРОКАТКЕ ПРИ 500-1000°С

Янушкевич Ж. Ч.

Руководитель – к. ф-м. н. Беляков А.Н.

ФГАОУ ВПО Национальный исследовательский университет

"Белгородский государственный университет"

г. Белгород

yanuzhanna@yandex.ru

Аустенитные нержавеющие хромоникелевые стали обладают уникальным сочетанием механических, технологических и функциональных свойств. На сегодняшний день такие стали представляют собой один из наиболее востребованных классов конструкционных материалов. Основным недостатком сталей, ограничивающим их использование как конструкционного материала, является их низкий предел текучести [1]. Увеличение прочности в материалах и сплавах может быть достигнуто в результате зернограничного и субструктурного (дислокационного) упрочнения. Эффективным способом измельчения зерен в аустенитных нержавеющих сталях является горячая или теплая деформационная обработка, сопровождаемая развитием динамической рекристаллизации [2, 3].

В качестве материала исследования использовали аустенитную нержавеющую сталь 10X18H8ДЗБР (Fe-0,1C-0,1Si-0,95Mn-0,01P-0,006S-18,4Cr-7,85Ni-0,5Nb-2,24Cu-0,12N-0,005B (вес.%)). Заготовки стали были подвергнуты термической обработке, включающей нагрев и выдержку при 1100°С в течении 30 минут с последующим охлаждением в воде. Прокатку стальных прутков исходного сечения 20×20 мм проводили в несколько проходов с обжатием 20%, за проход, предварительно нагревая заготовки в муфельной печи при температурах от 500 до 1000°С. Прокатку проводили до общей истинной степени деформации $\varepsilon \sim 2$, диаметр поперечного сечения прутка при этом составил 8 мм.

Прокатка сопровождается формированием новых мелких зерен. Средний поперечный размер зерен уменьшается от 0,95 до 0,4 мкм с уменьшением температуры прокатки от 1000 до 500°С. Новые зерна появляются в окрестности исходных границ зерен, и особенно в области тройных стыков, а так же на микрополосах деформации. Во время прокатки при относительно низких температурах 500-700°С новые зерна субмикронного размера формируются преимущественно на продольных границах исходных зерен (рис. 1 (а)). Удельная доля мелких зерен увеличивается с увеличением температуры деформации. Микроструктура

после деформации при температуре 800°C состоит из сильно вытянутых исходных зерен, которые чередуются с цепочками мелких зерен (рис. 1 (б)). При более высоких температурах 900-1000°C, формируется однородная микроструктура, удельная доля мелких равноосных зерен в которой составляет более 50% (рис. 1 (в, г)).

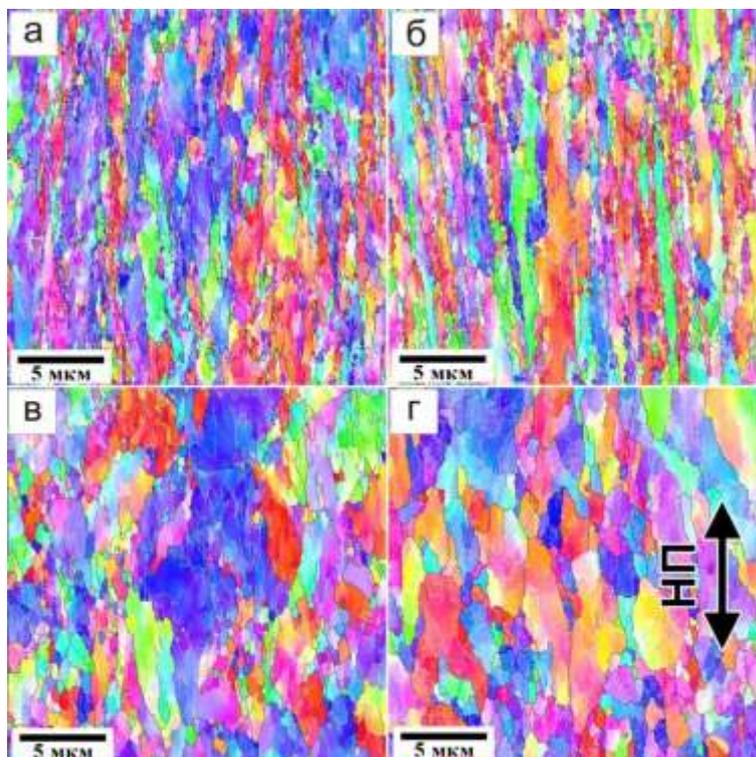


Рис. 1. Микроструктура аустенитной нержавеющей стали 10X18H8ДЗБР после прокатки при 600°C (а), 800°C (б), 900°C (в) и 1000°C (г). На EBSD-карте малоугловые и большеугловые границы показаны белыми и черными линиями, соответственно.

На рисунке 2 представлена серия кривых напряжение-деформация, полученных после испытаний на растяжение при комнатной температуре. Снижение температуры прокатки приводит к значительному упрочнению стали. Предел текучести повышается до 1030 МПа после прокатки при 500°C, что более чем в два раза выше, чем для образцов, обработанных при 1000°C. Упрочнение при теплой прокатке сопровождается снижением пластичности. Изменение механического поведения коррелирует с изменениями механизмов рекристаллизации. Высокая плотность дислокаций в образцах, обработанных при относительно низких температурах, ограничивает дальнейшее упрочнение и ухудшает пластичность.

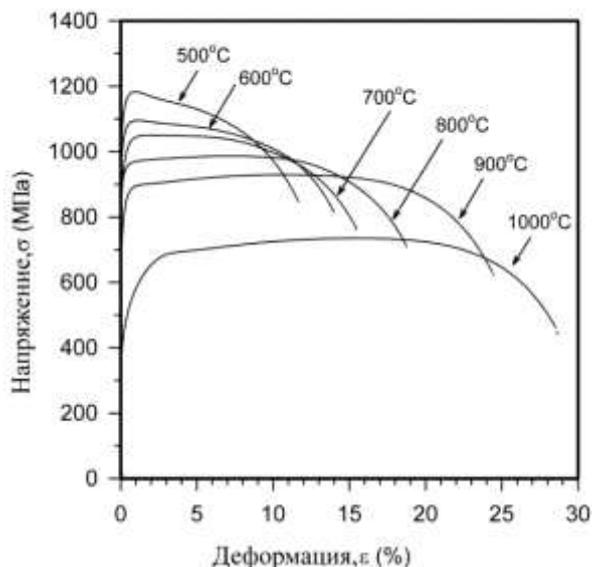


Рис. 2. Кривые растяжения образцов аустенитной стали 10X18H8ДЗБР после теплой/горячей прокатки.

Упрочнение стали после многократной прокатки в интервале температур 800-1000°C в основном связано с уменьшением среднего размера зерна. Значительный вклад прерывистой рекристаллизации в условиях горячей деформации повышает пластичность горячекатаных образцов. Рост предела текучести с уменьшением температуры прокатки от 800 до 700°C объясняется субструктурным упрочнением, связанным с высокой плотностью дислокаций. Измельчение зерна сопровождается существенным повышением плотности дислокаций в условиях теплой обработки, что приводит к значительному упрочнению, но так же и к снижению пластичности [4].

Список литературы:

1. Martienssen W., Warlimont H. Springer Handbook of Condensed Matter and Materials Data, Springer, Berlin, (2005).
2. Belyakov A., Sakai T., Miura H., Kaibyshev R. Grain refinement under multiple warm deformation in 304 type austenitic stainless steel. Iron Steel Inst. Jpn. Int. 39, pp. 592-599, (1999).
3. Беляков А. Н. Изменение зеренной структуры в металлических материалах в результате пластической обработки. Физика металлов и металловедение, том 108, №4, с. 412-423, (2009).
4. Yanushkevich Z., Mogucheva A., Tikhonova M., Belyakov A., Kaibyshev R. Structural strengthening of an austenitic stainless steel subjected to warm-to-hot working. Mater. Character. pp. 432-437, (2011).