

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

**«Физическая мезомеханика.
Материалы с многоуровневой иерархически
организованной структурой и интеллектуальные
производственные технологии»,**

посвященная 90-летию со дня рождения
основателя и первого директора ИФПМ СО РАН
академика Виктора Евгеньевича Панина

**в рамках
Международного междисциплинарного симпозиума
«Иерархические материалы: разработка и приложения
для новых технологий и надежных конструкций»**

**5–9 октября 2020 года
Томск, Россия**

Томск
Издательство ТГУ
2020

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРОКАТКИ НА ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ МЕХАНИЧЕСКОГО ДВОЙНИКОВАНИЯ В АУСТЕНИТНОЙ СТАЛИ 01X17H13M3 ПРИ ХИМИКО-ДЕФОРМАЦИОННОЙ ОБРАБОТКЕ

Мельников Е.В., Астафурова Е.Г.

Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск

В работе исследовали влияние температуры прокатки на механизмы деформации и механические свойства аустенитной стали 01X17H13M3 при химико-деформационной обработке (ХДО) – многоходовой прокатке, комбинированной с электролитическим насыщением водородом. Наводороживание проводили в 1N растворе H_2SO_4 с добавлением CH_4N_2S при комнатной температуре и плотностях тока 10, 100 и 200 mA/cm^2 продолжительностью 5 часов. Прокатку проводили при температуре $T=300 K$ и $T=77 K$ (охлаждение до температуры жидкого азота перед каждым циклом прокатки) на 25 и 50 % (деформация $3\div 4$ % за один проход).

После ХДО при $T=300 K$ сталь сохраняет аустенитную структуру с параметром решетки 3,59 Å. Размеры областей когерентного рассеяния уменьшаются до $7\div 32 nm$ ($>200 nm$ в исходном состоянии), а микродеформация кристаллической решетки возрастает с $\sim 10^{-4}$ (в исходном состоянии) до $\sim 10^{-3}$. После деформации при 77 K значения областей когерентного рассеяния несколько выше, чем при комнатной температуре – $28\div 69 nm$, а величина параметра решетки не изменяется относительно исходного состояния. Методом магнитофазового анализа в образцах обнаружено формирование α' -мартенсита деформации, однако его доля не превышает 5 %.

Показано что, двойникование активно развивается при ХДО и выступает одним из основных деформационных механизмов в стали 01X17H13M3. В структуре наблюдали зерна аустенита с линейной плотностью двойниковых границ $\rho_{tw}=6\times 10^6 m^{-1}$ ($\epsilon=50$ %) при ширине двойников $t=50\div 150 nm$ и расстоянием между двойниковыми ламелями $e=40\div 130 nm$, а в отдельных зернах (по-видимому, они были наиболее благоприятно ориентированы для двойникования) плотность двойниковых границ составляла $16\times 10^6 m^{-1}$ при $t=15\div 25 nm$, $e=15\div 40 nm$. Предварительное наводороживание способствует реализации механического двойникования в нескольких системах одновременно, образованию большего количества двойников, уменьшению их толщины и расстоянию между ними и, как следствие, увеличению ρ_{tw} до $13\times 10^6 m^{-1}$ в большинстве зерен и до $34\times 10^6 m^{-1}$ в зернах, благоприятно ориентированных для двойникования. Понижение температуры прокатки при ХДО до 77 K способствует усилению вклада от двойникования, оно наблюдается во всех зернах, а ρ_{tw} достигает $40\times 10^6 m^{-1}$ ($t=10\div 40 nm$, $e=20\div 60 nm$).

Пластическая деформация приводит к увеличению микротвердости образцов с 2,2 ГПа до 4,4 ГПа. Понижение температуры прокатки и насыщение водородом способствуют ее дополнительному росту. В исходно закаленном состоянии сталь имеет предел текучести ($\sigma_{0.1}$) 375 МПа, предел прочности (σ_B) 665 МПа и пластичность (δ) 65 %. Деформация на 25 % сопровождается повышением $\sigma_{0.1}$ до 800 МПа, σ_B до 900 МПа и уменьшением δ до 15 %. После прокатки на 50 % $\sigma_{0.1}=1080$ МПа, $\sigma_B=1150$ МПа, а $\delta=10$ %. Значения предела текучести и предела прочности наводороженных образцов выше, а относительное удлинение снижается по сравнению с образцами, прокатанными без наводороживания. Анализ диаграмм «напряжение-деформация» показал, что механические свойства образцов, прокатанных при температуре 77 K характеризуются более высокими значениями предела прочности и предела текучести и меньшими значениями относительного удлинения по сравнению с образцами, деформированными при 300 K.

Таким образом, химико-деформационная обработка аустенитной стали 01X17H13M3 сопровождается деформацией и фрагментацией структуры с формированием в ней высокой плотности двойниковых границ, что приводит к повышению прочностных характеристик и снижению пластичности.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 16-38-50061 мол. нр.