

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

«Физическая мезомеханика.

Материалы с многоуровневой иерархически
организованной структурой и интеллектуальные
производственные технологии»

6–10 сентября 2021 г.

Томск, Россия

DOI: 10.17223/978-5-907442-03-0-2021-255

СТРУКТУРНЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СТАБИЛЬНОЙ АУСТЕНИТНОЙ СТАЛИ ПОСЛЕ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

¹Аккузин С.А., ^{1,2}Литовченко И.Ю., ²Ким А.В.

¹Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск

²Томский государственный университет, Томск

В настоящей работе экспериментально исследовано влияние термомеханической обработки (ТМО) на микроструктуру и механические свойства аустенитной стали 02X17H14M3 (Fe–16,8Cr–14,1Ni–0,59Si–2,7Mo–1,7Mn–0,013 C, вес. %). ТМО состояла из деформации прокаткой (до 55 % за 8 проходов) при температуре $T = 20$ °С и последующей теплой деформации (до 20 % за 2 прохода) с предварительным нагревом до $T = 600$ °С. Нагрев образцов осуществлялся с выдержкой при указанной температуре в течении 10 минут. После теплой деформации образцы закаливали в воду.

Электронно-микроскопические исследования показали, что в процессе указанной ТМО аустенитные зерна (размерами десятки мкм) фрагментируются за счет развития механического двойникования. В структуре стали формируются микродвойники со средним размером пластин ≈ 30 нм в ширину. Внутри микродвойниковой структуры были обнаружены тонкие (преимущественно до 100 нм в ширину) полосы локализации деформации (ПЛД). Такие ПЛД распространяются во многих аустенитных зернах с высокой плотностью двойников. Они пересекают микродвойниковую структуру под углами разориентации ≈ 60 – 80° . При этом ПЛД состоят из фрагментов бывших двойников, которые разрушили в процессе деформации. Вблизи пересечения некоторых двойников с ПЛД, первые имеют свойство искривлять свое направление на вдоль распространения ПЛД.

Ранее в работах [1,2] отмечалось, что в аустенитной стали 02X17H14M3 деформация прокаткой при $T = 20$ °С со степенью деформации выше 50 % приводит к образованию широких ПЛД в микродвойниковой структуре. При этом объемная доля структуры с ПЛД достигала 70–80 % [1]. В настоящей работе формирование тонких ПЛД в микродвойниковой структуре связано с использованием теплой деформации после 55 % деформации при $T = 20$ °С. В результате высокая температура способствует формированию отдельных тонких ПЛД, объемная доля которых не превышает 10 %.

Изучены механические свойства стали после ТМО в процессе испытаний на растяжение при $T = 20$ °С. Показано, что полученная микроструктура обеспечивает высокие прочностные свойства: предел текучести ≈ 993 – 995 МПа, предел прочности ≈ 1174 – 1178 МПа. При этом относительное удлинение остается на приемлемом уровне $\approx 8,5$ – $10,2$ %.

Таким образом, использование ТМО с деформацией при $T = 20$ °С и последующей теплой деформацией позволяет фрагментировать структуру зерен стали и создать высокую плотность микродвойников и тонких полос локализации деформации. Указанная микроструктура обеспечивает повышение прочностных свойств стали (предел текучести в $\approx 3,4$ раза, предел прочности в $\approx 1,9$ раз) по сравнению с исходными значениями.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИФПМ СО РАН, тема номер FWRW-2021-0008.

1. Аккузин С.А., Литовченко И.Ю. Влияние деформации и кратковременных высокотемпературных отжигов на микроструктуру и механические свойства аустенитной стали 02X17H14M3 // Известия ВУЗов. Физика. 2019. Т. 62. № 8. С. 190–195.
2. Литовченко И.Ю., Тюменцев А.Н., Шевченко Н.В., Корзников А.В. Эволюция структурно-фазовых состояний при больших пластических деформациях аустенитной стали 17Cr–14Ni–2Mo // Физика металлов и материаловедение. 2011. Т. 112. № 4. С. 436–448.