

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»

Томск
Издательский Дом ТГУ
2019

DOI: 10.17223/9785946218412/247

**ОСОБЕННОСТИ МИКРОСТРУКТУРЫ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА
АУСТЕНИТНОЙ СТАЛИ ЭК-164 В УСЛОВИЯХ
ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКИХ ОБРАБОТОК**

^{1,2}Аккузин С.А., ^{1,2}Литовченко И.Ю., ^{1,2}Тюменцев А.Н.

¹*Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск*

²*Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск*

Методами просвечивающей электронной микроскопии исследованы особенности дефектной микроструктуры аустенитной стали ЭК-164 после двух термомеханических обработок: теплой деформации прокаткой ($\varepsilon \approx 60\%$) при $600\text{ }^\circ\text{C}$ за несколько проходов, и последовательности из теплой (при $600\text{ }^\circ\text{C}$, $\varepsilon \approx 50\%$) и низкотемпературной деформации ($\varepsilon \approx 15\%$). Низкотемпературную деформацию осуществляли с предварительным охлаждением в жидком азоте. Изучены механические свойства стали после указанных обработок в процессе испытаний на растяжение при комнатной температуре.

Электронно-микроскопические исследования показали, что в процессе теплой деформации аустенитные зерна размерами $30 - 40\text{ }\mu\text{m}$ фрагментируются с формированием пластин субмикронного размера. Между пластинами наблюдаются как мало-, так и высокоугловые границы разориентации, плотность дислокаций в объеме пластин повышена по сравнению с исходным состоянием.

Термомеханическая обработка, состоящая из теплой и последующей низкотемпературной деформации, приводит к дополнительным изменениям в микроструктуре стали. В процессе теплой деформации ($\varepsilon \approx 50\%$) формируется неоднородная фрагментированная структура с пластинами шириной $\approx 1 - 2\text{ }\mu\text{m}$. При этом фрагментация развивается в локализованных участках отдельных аустенитных зерен. В процессе последующей низкотемпературной деформации в указанной структуре развивается интенсивное механическое двойникование [1]. Во фрагментированной структуре двойникование развивается преимущественно по одной системе $\{111\}$, в отсутствие фрагментации – по нескольким системам. В отдельных микродвойниках обнаружено вторичное двойникование с формированием нанодвойников размерами $\approx 25\text{ nm}$ в ширину.

Испытания на растяжение показали, что теплая деформация при $600\text{ }^\circ\text{C}$, $\varepsilon \approx 60\%$ обеспечивает повышение прочностных свойств стали: предел текучести $\approx 700\text{ MPa}$, предел прочности $\approx 800\text{ MPa}$ и относительное удлинение $\approx 6.7\%$. Термомеханическая обработка, состоящая из теплой и последующей низкотемпературной деформации, способствуют дополнительному упрочнению: предел текучести $\approx 840\text{ MPa}$, предел прочности $\approx 1050\text{ MPa}$. При этом относительное удлинение снижается до $\approx 5.5\%$. Указанные прочностные свойства стали превышают исходные значения $\approx 3 - 4$ раза.

Таким образом, теплая пластическая деформация при $600\text{ }^\circ\text{C}$ приводит к формированию фрагментированной микроструктуры, состоящей из пластин субмикрокристаллического масштаба. Дополнительная низкотемпературная деформация (после теплой) способствует развитию интенсивного механического двойникования, в том числе во фрагментированной структуре. Указанные особенности микроструктуры обеспечивают высокие значения пределов текучести и прочности стали, с сохранением значений относительного удлинения на удовлетворительном уровне.

Исследование выполнено при поддержке гранта РФФИ № 18-38-00709 мол_а.

1. Аккузин С.А., Литовченко И.Ю., Тюменцев А.Н., Чернов В.М. Микроструктура и механические свойства аустенитной стали ЭК-164 после термомеханических обработок // Известия вузов. Физика. 2019. Т. 62. № 4. С. 125–130.