

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения
Российской академии наук

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
Перспективные материалы
с иерархической структурой
для новых технологий
и надежных конструкций
9 - 13 октября 2017 года
Томск, Россия

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Томск – 2017

Исследование проведено с использованием оборудования Томского материаловедческого центра коллективного пользования ТГУ.

ПОВЫШЕНИЕ ПРОЧНОСТИ СТАБИЛЬНОЙ АУСТЕНИТНОЙ СТАЛИ В УСЛОВИЯХ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКИХ ОБРАБОТОК

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

¹*Национальный исследовательский Томский государственный университет, Россия*

²*Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск, Россия*
s.a.akkuzin@gmail.com

В работе [1] показано, что в условиях больших пластических деформаций прокаткой и кручением под давлением ($\epsilon \approx 4,6 - 6$) аустенитной стали 02X17H14M2 формируется структура с высокой плотностью микродвойников и полос локализации деформации. В настоящей работе методами просвечивающей электронной микроскопии, рентгеноструктурного фазового анализа исследованы особенности структурно-фазовых состояний аустенитной стали 02X17H14M3 в условиях термомеханических обработок, включающих низкотемпературную, теплую деформацию прокаткой (с общей степенью $\epsilon < 1$) и последующий отжиг. Изучены механические свойства в процессе испытаний на растяжение при комнатной температуре.

Результаты рентгеноструктурного анализа показали, что низкотемпературная деформация (вблизи $T = -196$ °С) аустенитной стали 02X17H14M3 приводит к развитию прямого ($\gamma \rightarrow \alpha'$)-мартенситного превращения с образованием объемной доли α' -мартенсита до ≈ 7 %. После низкотемпературной деформации, согласно электронно-микроскопическим исследованиям, наблюдается аустенитная структура с высокой плотностью микро- и нанодвойников деформации и небольшим количеством пластин α' -мартенсита. Микро- и нанодвойники залегают в нескольких плоскостях двойникования. Встречаются области с множеством нанодвойников с размером пластинок $\approx 10 - 50$ нм в ширину. Указанное структурное состояние обеспечивает высокое значение предела текучести в 933 – 1047 МПа. При этом относительное удлинение $\delta \approx 7 - 9,3$ %.

Последующая теплая деформация при $T = 400$ °С и $T = 500$ °С (после низкотемпературной деформации), согласно результатам рентгеноструктурного анализа, приводит к уменьшению объемного содержания α' -мартенсита до 3,7 % и 2,4 %, соответственно. Значения предела текучести после такой деформации сравнимы со свойствами после низкотемпературной деформации (906 – 1047 МПа).

Деформация при более высокой температуре ($T = 600$ °С) способствует повышению предела текучести по сравнению с низкотемпературной деформацией до $\approx 1044 - 1150$ МПа. При этом относительное удлинение составляет $\delta \approx 6 - 8$ %, объемное содержание аустенита достигает $\approx 98,3$ %.

4. Научные основы разработки материалов с многоуровневой иерархической структурой, в том числе для экстремальных условий эксплуатации

Для данного состояния характерна ламельная аустенитная структура субмикро- и нанокристаллического масштаба. В этой структуре сохраняются микро- и нанодвойники, наследованные после низкотемпературной деформации. Особенностью полученного состояния является наличие полос локализации деформации, которые распространяются в микродвойниковой структуре. Внутри полос были обнаружены наноразмерные ламели α' -мартенсита и аустенита.

После отжига при $T = 800$ °С в структуре сохраняются микро- и нанодвойники с размерами $\approx 100 - 150$ нм в ширину и формируются рекристаллизованные фрагменты субмикроструктурного масштаба. При этом наблюдается снижение предела текучести до $\sigma_{0,1} \approx 867 - 890$ МПа, относительное удлинение увеличивается до 16 %. Значения предела текучести после термомеханических обработок более чем в 3 раза превышают таковые в исходном состоянии.

Литература

1. Литовченко И.Ю., Тюменцев А.Н., Пинжин Ю.П., и др. // ФММ. – 2011. – Т. 112. – № 4. – С. 436–448.

СТРУКТУРНО-ФАЗОВОЕ СОСТОЯНИЕ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СПЛАВА СИСТЕМЫ V–Cr–W–ZrO₂ ПОСЛЕ КОМБИНИРОВАННОЙ ОБРАБОТКИ

^{1,2}Смирнов И. В., ^{1,2}Дитенберг И. А., ^{1,2}Гриняев К. В., ^{1,2}Тюменцев А. Н.,
³Чернов В. М.

¹*Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск, Россия*

²*Томский государственный университет, Томск, Россия*

³*АО «ВНИИНМ им. академика А.А. Бочвара», Москва, Россия*

smirnov_iv@mail.ru

Представлены результаты изучения модификации структурно-фазового состояния и механических свойств ванадиевого сплава системы V–Cr–W–ZrO₂ после комбинированного воздействия, включающего этапы термомеханической и химико-термической обработок.

Показано, что в процессе термомеханической обработки изучаемого сплава происходит трансформация и перераспределение исходных грубодисперсных частиц вторых фаз на основе элементов внедрения (С, О, N) с последующим выделением однородно распределенных в объеме материала наноразмерных (≤ 10 нм) метастабильных частиц оксикарбонитридов циркония. Последующее применение химико-термической обработки по методу низкотемпературного диффузионного легирования обеспечивает контролируемое изменение фазового состава изучаемого сплава с формированием стабильных наноразмерных (≤ 10 нм) частиц на основе ZrO₂.