

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

**МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«Перспективные материалы с иерархической структурой
для новых технологий и надежных конструкций»**

**X МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«Химия нефти и газа»**

Томск

Издательский Дом ТГУ

2018

1

DOI: 10.17223/9785946217408/204

**ОСОБЕННОСТИ МИКРОСТРУКТУРЫ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА
ФЕРРИТНО-МАРТЕНСИТНОЙ СТАЛИ ЭК-181 В ТЕМПЕРАТУРНОМ ИНТЕРВАЛЕ
650 – 800 °С ПОСЛЕ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЙ
ОБРАБОТКИ**

^{1,2}Алмаева К.В., ^{1,2}Полехина Н.А., ^{1,2}Литовченко И.Ю.

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

²Томский государственный университет, Томск, Россия

12 %-ные хромистые ферритно-мартенситные стали являются приоритетными конструкционными материалами для активных зон ядерных и термоядерных реакторов нового поколения. Повышение уровня длительной высокотемпературной прочности – главная задача для сталей такого класса. В последнее время показаны возможности повышения прочности ферритно-мартенситных сталей с помощью высокотемпературной термомеханической обработки (ВТМО) [1]. Однако механические свойства этих сталей в интервале температур от 650 °С до 800 °С после различных методов обработки недостаточно изучены.

В настоящей работе исследована малоактивируемая 12%-ная хромистая ферритно-мартенситная сталь ЭК-181 (Fe-12Cr-2W-V-Ta-B-C) после традиционной термической обработки (ТТО) и высокотемпературной термомеханической обработки (ВТМО). ТТО включала закалку от $T = 1100$ °С 1 час и отпуск при 720 °С 3 часа. ВТМО включала аустенизацию с нагревом до 1100 °С, 1 час, горячую пластическую деформацию прокаткой до величины $\varepsilon \approx 40\text{--}50\%$ и последующий отпуск при $T = 720$ °С, 1 ч. Механические испытания осуществляли при температуре 650–800 °С методом активного растяжения. Структурные исследования проводили с помощью просвечивающего электронного микроскопа Philips CM12 при ускоряющем напряжении 120 кВ.

Механические испытания показали (таблица 1), что в исследованном температурном интервале после ВТМО прочностные свойства выше, чем после ТТО, так при $T = 650$ °С предел текучести после ВТМО выше соответствующих значений после ТТО на 120 МПа, а предел прочности на 139 МПа. При повышении температуры испытаний прочностные свойства снижаются и указанные различия уменьшаются. Так при $T=800$ °С предел текучести после ВТМО на 59 МПа выше, чем после ТТО, а предел прочности на 64 МПа, соответственно.

Относительное удлинение после ТТО возрастает \approx в 3 раза при увеличении температуры испытания от 650 °С до 800 °С, в то время как после ВТМО это величина практически не меняется (таблица 1).

Таблица 1
Механические свойства стали ЭК-181 в интервале температур 650 – 800 °С

Температура испытаний	Режим обработки					
	ТТО			ВТМО		
	Предел текучести, МПа	Предел прочности, МПа	δ , %	Предел текучести, МПа	Предел прочности, МПа	δ , %
$T = 650$ °С	309	337	12,3	429	476	11,8
$T = 700$ °С	225	244	11,2	344	381	11,5
$T = 720$ °С	211	228	28,4	316	364	9,5
$T = 800$ °С	113	130	35	172	194	12,6

Структурные исследования показали, что ВТМО приводит к увеличению плотности дислокаций, повышению дисперсности и объемной доли наноразмерных частиц карбонитрида ванадия V(C, N). При этом в ферритно-мартенситной структуре уменьшается (относительно ТТО) плотность грубодисперсных карбидов $M_{23}C_6$.

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

Таким образом, ВТМО с деформацией $\varepsilon \approx 40\text{--}50\%$ ферритно-мартенситной стали ЭК-181 приводит к повышению кратковременных высокотемпературных прочностных свойств в температурном интервале 650–800 °С. Это обусловлено повышенной эффективностью дисперсного упрочнения наноразмерными частицами карбонитрида ванадия V(C, N) и субструктурного упрочнения. При $T = 720$ °С значения предела текучести стали после ВТМО превышают таковые после ТТО при $T = 650$ °С, что свидетельствует о возможности повышения рабочих температур стали с помощью ВТМО.

Литература

1. Полехина Н.А., Литовченко И.Ю., Тюменцев А.Н., Кравченко Д.А., Чернов В.М., Леонтьева-Смирнова М.В. Влияние высокотемпературной термомеханической обработки в аустенитной области на микроструктуру и механические свойства малоактивируемой 12%-ной хромистой ферритно-мартенситной стали ЭК-181 // Журнал технической физики. 2017. Том 87. Вып. 5. С. 716–721.