

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СПЛАВА $Ti_{28}Ni_{52}Hf_{20}$

Володько С.С.¹, Юдин С.Н.^{1,2}, Касимцев А.В.²

¹ Тульский государственный университет, Тула, Россия, volodko.sv@yandex.ru

² ООО Метсинтез, Тула, Россия, metsintez@tula.net

Использование сплавов TiNiHf с высокотемпературным эффектом памяти формы в авиации и ядерной энергетике предъявляет высокие требования не только к уровню функциональных, но и механических свойств. Известно, что тройные сплавы, такие как TiNiHf, работают при повышенных температурах. При этом в них, как правило, развивается термоупругое мартенситное превращение, при котором происходит смена фазового состава. Такие механические характеристики как предел прочности и предел текучести являются структурночувствительными, поэтому находясь в той или иной аллотропической модификации сплав может демонстрировать различное механическое поведение. С этой целью в работе проведены испытания на сжатие никель-обогащенного сплава $Ti_{28}Ni_{52}Hf_{20}$ в различных структурных состояниях.

Исходная заготовка была получена по порошковой технологии, включающей гидридно-кальциевый синтез порошка и дальнейшую его консолидацию путем прессования, спекания и горячего изостатического прессования. Механические испытания по схеме сжатия проводили на образцах цилиндрической формы, вырезанных из исходной заготовки. Прочностные характеристики на сжатие определяли в мартенситной области при комнатной температуре, в двухфазной области (240 °С) и в аустенитной области (370 °С). Образцы для испытаний при комнатной температуре имели размеры $d = 6$ мм, $l = 10$ мм, для испытаний при повышенной температуре – $d = 1,5$ мм, $l = 3$ мм. Температуры деформации были выбраны, ориентируясь на температуры мартенситных превращений, определенных при помощи дифференциальной сканирующей калориметрии (таблица 1).

Таблица 1 – Температуры прямого и обратного мартенситного превращения

M_s , °С	M_f , °С	A_s , °С	A_f , °С	$(A_f - M_s)$
270	148	168	317	47

На рисунке 1 показаны кривые напряжение-деформация, где деформация оценивалась по ходу траверсы и носит лишь качественный характер. Механические характеристики суммированы и представлены в таблице 2. При комнатной температуре наблюдается один предел текучести, который соответствует пределу текучести мартенсита. При повышенных температурах, когда материал находится в двухфазном и аустенитном состоянии, помимо предела текучести, наблюдается площадка текучести σ_{Ms} . Напряжение σ_{Ms} на кривых 2 и 3 (рисунок 1) соответствует критическому напряжению, при котором происходит образование мартенсита деформации.

Стоит отметить увеличение предела текучести в двухфазной области, которое, по-видимому, связано с возникновением мартенсита деформации и его влиянием на упругое поведение материала. С увеличением температуры испытаний предел прочности на сжатие снижается. Однако при температуре 370 °С сохраняет довольно высокие значения, при этом по ходу кривых качественно можно сказать, что пластические свойства повышаются относительно комнатной температуры.

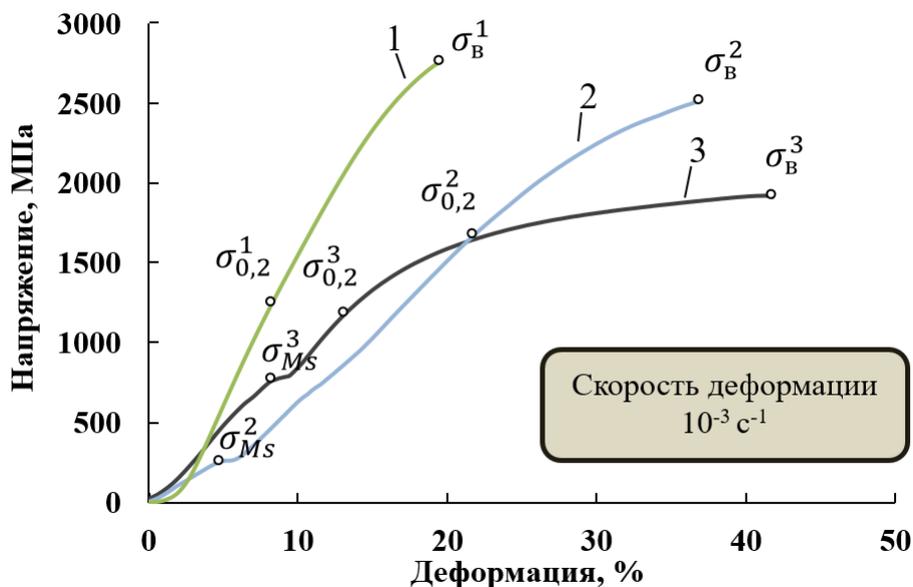


Рисунок 1 - Кривые напряжение-деформация при сжатии сплава $Ti_{27,5}Ni_{51,8}Hf_{20,7}$. Температура испытаний: 1 – 25 °C; 2 – 240 °C; 3 – 370 °C

Таблица 2 – Механические свойства на сжатие порошкового сплава

Температура испытаний, °C	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_B , МПа	σ_{Ms}
25	1250	2760	-
240	1680	2520	260
370	1160	1940	760

Таким образом, порошковый сплав $Ti_{28}Ni_{52}Hf_{20}$ обладает высоким уровнем прочностных свойств на сжатие в мартенситном, аустенит + мартенсит и аустенитном состояниях.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ, № 18-03-00451 А.