

Разупрочнение аустенитной стареющей стали при нейтронном облучении

В. А. НИКОЛАЕВ, И. А. РАЗОВ

УДК 621.039.531

При исследовании действия нейтронного облучения на механические свойства аустенитных нержавеющей сталей [1] был отмечен аномальный эффект у дисперсионно твердеющей хромоникелевой стали 18-22, легированной вольфрамом и титаном. Особенности поведения этой стали после облучения при температуре 100° С заключались в уменьшении временного сопротивления разрыву σ_B и в очень малом изменении пластичности и ударной вязкости. Указанное явление предположительно объяснялось тем, что при нейтронном облучении могут одновременно протекать два конкурирующих процесса: упрочнение вследствие образования радиационных дефектов и разупрочнение как результат «перестаривания», по-видимому, вследствие ускорения диффузии. При повышении температуры облучения вклад радиационного упрочнения заметно снижается, и потому можно было ожидать, что эффект разупрочнения выявится в чистом виде.

В настоящей работе сталь X18H22B2T2 после аустенизации и старения при температуре 710° С в течение 10 ч была облучена в реакторе РФТ при различных температурах интегральными дозами $4 \cdot 10^{19}$ и $3,4 \cdot 10^{20}$ нейтр/см² ($E > 1$ Мэв) и затем испытана на растяжение при комнатной температуре. Испытания проводили на пятикратных образцах диаметром 1 и 3 мм. Для каждой экспериментальной точки испытывали 3—5 образцов. Разброс данных был незначительным. Полученные средние значения приведены в таблице.

Влияние нейтронного облучения на механические свойства стали X18H22B2T2

Размеры образцов, мм		Доза облучения, нейтр/см ²	Температура облучения, °С	$\sigma_{0,2}$, кгс/мм ²	σ_B , кгс/мм ²	δ_8 , %	δ_p , %
диаметр	длина						
1	5	0	—	55±2	89±1	23±2	19±2
		$4 \cdot 10^{19}$	100	59±2	90±1	20±2	18±2
		$4 \cdot 10^{19}$	300	50±2	89±1	27±2	23±3
		$4 \cdot 10^{19}$	500	47±3	89±1	—	—
3	15	0	—	57±2	92±1	27±2	21±2
		$3,4 \cdot 10^{20}$	100	74±1	86±0,5	30±1	25±1,5
		$3,4 \cdot 10^{20}$	250	50±1,5	85±0,5	32±1	26±2

Данные, относящиеся к облучению при температуре 100° С, свидетельствуют об увеличении предела текучести стали и снижении временного сопротивления при дозе $3,4 \cdot 10^{20}$ нейтр/см², т. е. подтверждают результаты работы [1]. У образцов диаметром 2 мм заметен также некоторый рост относительного удлинения (за счет увеличения его равномерной составляющей δ_p).

При температурах облучения 250° С и выше признаков упрочнения материала уже не наблюдается: предел текучести облученной стали, как и временное сопротивление, ниже, чем в исходном состоянии. Таким образом, при повышенных температурах облучения эффект разупрочнения действительно превалирует.

Следует отметить, что временное сопротивление облученной стали оказывается по существу не зависящим от температуры облучения. Этот факт трудно объяснить, если считать причиной разупрочнения только перестаривание, так как при перестаривании снижение σ_B по абсолютной величине примерно одинаково со снижением предела текучести.

На основании полученных результатов трудно дать какое-либо другое объяснение снижению прочностных характеристик облученной стали. Одно из объяснений, однако, можно предложить, исходя из представлений Уильямса [2] об упрочнении распадающихся твердых растворов за счет упорядоченной структуры выделений. Как известно, облучение вызывает разупорядочение твердых растворов, и с этим, если следовать Уильямсу, можно было бы связывать разупрочнение дисперсионно твердеющей стали. В данном случае легче понять факт снижения σ_B независимо от температуры облучения.

Дальнейшие работы по изучению воздействия нейтронного облучения на механические свойства дисперсионно твердеющих сталей представляют практический интерес, поскольку разупрочнение может оказаться одним из факторов, определяющих пригодность материала для работы в условиях радиации.

Изучение механизма радиационного разупрочнения может дать также дополнительные сведения для понимания природы дисперсионного твердения.

Поступило в Редакцию 2/IX 1968 г.
В окончательной редакции 25/XI 1968 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. В. Ефимов и др. В сб. «Действие ядерных излучений на материалы», М., Изд-во АН СССР, 1962, стр. 68.
2. R. Williams. Acta Metallurgica, 5, 241 (1957).