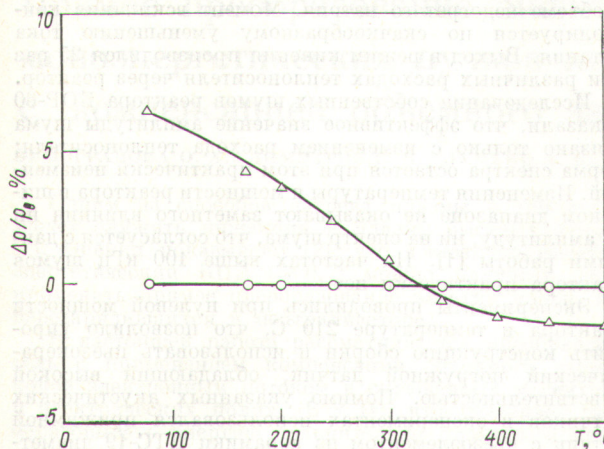


УДК 621.039.531:669.296'293

Влияние предварительного облучения на окисление сплава $Zr+2,5\% Nb$

ГОЛОВАЧЕВ М. Г., ПЕРЕХОЖЕВ В. И., КАЛАЧИКОВ В. Е., ГОЛОСОВ О. А.

Окисление сплава $Zr+2,5\% Nb$ обычно усиливается под воздействием излучений ядерного реактора [1]. Для понимания природы этого явления целесообразно рассмотреть влияние предварительного облучения на последующее окисление сплава $Zr+2,5\% Nb$.



Относительное изменение удельного электросопротивления облученного флюенсом $2,6 \cdot 10^{19}$ нейтр./см² (Δ) и необлученного (○) сплава $Zr+2,5 Nb$ в процессе изохронального отжига

Исследование проводилось на образцах, подвергнутых закалке от 840 °C с последующей деформацией на 40% и отжигом при 550 °C в течение 5 ч в вакууме не хуже $5 \cdot 10^{-5}$ мм рт. ст. Перед окислением часть образцов облучалась в активной зоне реактора при 80 °C флюенсом $2,6 \cdot 10^{19}$ нейтр./см² ($E \geq 1,4$ МэВ). Влияние облучения на свойства сплава оценивалось по изменению его удельного электросопротивления, измеряемого при комнатной температуре на образцах размером $50 \times 2 \times 0,5$ мм. Изохрональный отжиг облученных и необлученных образцов проводился в вакуумной печи с интервалом через 50 °C. Выдержка при каждой температуре составляла 2 ч, поскольку предварительными экспериментами установлено, что даже при низкой температуре (170 °C) отжиг в течение 1,5 ч был достаточным для практически полного восстановления исходного электросопротивления.

Изменения электросопротивления облученного и необлученного сплава в процессе изохронального отжига представлены на рисунке. Погрешность при определении электросопротивления сплава составляла 0,5%. Каждая экспериментальная точка соответствует среднему значению измерения двух образцов.

На основании данных об изменении электросопротивления при изохрональном отжиге облученного сплава были выбраны три температуры окисления, при которых удельное электросопротивление у облученного сплава больше (250 °C), почти равно (330 °C) и меньше (400 °C), чем у облученного. Окисление образцов раз-

мером $30 \times 5 \times 1$ мм проводилось в потоке влажного (5–7 об.% пара) технически чистого азота с общим расходом газа 5–10 л/ч. Образцы взвешивались на весах ВЛАО-100 с чувствительностью $5 \cdot 10^{-6}$ г. Приводимые в таблице значения привеса при каждой температуре представляют собой среднее значение для трех-четырех образцов.

При повышении температуры от 250 до 400 °C процесс окисления интенсифицируется для необлученных и облученных образцов. Однако влияние предварительного облучения на окисление сплава при каждой исследованной температуре неоднозначно. При 250 °C облученные образцы обнаруживают большие привесы, чем необлученные. При 330 °C это различие фактически отсутствует, а при 400 °C предварительно облученные образцы более устойчивы к окислению, чем необлученные.

Привес образцов сплава $Zr+2,5\% Nb$ после 100 ч окисления, мг/дм²

Состояние сплава	Температура испытания, °C		
	250	330	400
Необлученный	$2,0 \pm 0,9$	$7,2 \pm 1,5$	$16,1 \pm 1,3$
Облученный флюенсом $2,6 \cdot 10^{19}$ нейтр./см ² ($E \geq 1,4$ МэВ)	$4,5 \pm 1,3$	$8,1 \pm 1,3$	$10,7 \pm 1,2$

Таким образом, можно отметить корреляцию между изменениями удельного электросопротивления и стойкостью к окислению для облученных образцов сплава $Zr+2,5\% Nb$: большему удельному электросопротивлению соответствует меньшая стойкость.

В процессе облучения в кристаллической решетке сплава образуется множество радиационных дефектов. При отжиге дефекты либо образуют комплексы, либо мигрируют к дислокациям, границам зерен и т. д. Однако некоторые радиационные дефекты сохраняются до температуры 300–350 °C, о чем свидетельствует повышенное электросопротивление. Эта увеличенная (по сравнению с необлученным материалом) концентрация дефектов, по-видимому, приводит к ускорению окисления сплава.

Отжиг облученных образцов при 400 °C, вероятно, вызывает дальнейшую стабилизацию структуры сплава, что, как известно [2], увеличивает стойкость к окислению, которая оказывается выше, чем у необлученных образцов.

Поступило в Редакцию 13/VII 1976 г.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Sueo Nomura «Nippon Jishiryoku Jakkaiishi», 1969, v. 11, N 6, p. 353.
2. Le Surf J. In: Proc. Symp. ASTM (STP) Applications-Related Phenomena for Zirconium and Its Alloys. Philadelphia, 1969, p. 286.