

НАУЧНЫЕ ЗАМЕТКИ

В. А. СКУДНОВ, Л. Д. СОКОЛОВ, А. Н. ГЛАДКИХ

О ПЛАСТИЧНОСТИ ПРАЗЕОДИМА

Празеодим Pr относится к редкоземельным металлам цериевой группы. В нашем распоряжении имелись слитки толщиной 8—10 мм, весом 90 г, химического состава (вес. %): Pr—90,2; La—1,9; Ce—4,0; Nd—3,7; Y—0,2; Ca < 0,02; Fe < 0,01; Cu < 0,005. Подготовка образцов из Pr [1] состояла в разрезке слитка и механической обработке штабиков, прессовании в нагретом состоянии при 600—650°С, термообработке (отжиге) в вакуумной печи (10^{-3} — 10^{-1} мм рт. ст.) при температуре $0,5 T_{пл}$ °К ($T_{пл}$ — температура плавления 1208°К)*, правке и разрезке на образцы. Метод испытания — сжатие. Размеры образцов: диаметр $3,0 \pm 0,01$ мм; высота $4,50 \pm 0,1$ мм. Температура опытов: —196, —100, —31,5; 89,3; 210; 330,9; 451,7; 572,5°С. Скорости деформации: $4,7 \cdot 10^{-3}$; $2 \cdot 10^{-2}$ сек⁻¹. Предельная пластичность празеодима определялась по моменту появления первой трещины, видимой невооруженным глазом. Для точного установления момента разрушения при осадке использовалось не менее трех образцов. Охлаждение образцов производилось вместе с приспособлением для осадки в среде жидкого азота (—196°С) или в смеси спирта и азота. Опыты с нагревом производились в печи сопротивления в среде чистого аргона, который поступал в печь через медную трубку, вваренную в корпус нагревателя. Осадка осуществлялась после выдержки образца при температуре опыта в течение 10—15 мин. В качестве показателя пластичности при осадке служило относительное сжатие:

$$\varepsilon = \frac{h_0 - h_1}{h_0} 100\%,$$

где h_0 и h_1 — начальная и конечная высота образца.

Результаты опытов представлены на рис. 1 в виде температурной зависимости предельного (до разрушения) значения ε при двух скоростях деформации: $4,7 \cdot 10^{-3}$ и $2 \cdot 10^{-2}$ сек⁻¹. Здесь каждая точка получена как средний результат из трех испытаний. Лишь две точки при 0,5 и 0,6 $T_{пл}$ °К, лежащие выше графика, показывают, что осадка

* Здесь и на рисунке условно принята температура плавления чистого празеодима. Фактически она может быть несколько ниже. Это, однако, не скажется существенно на результатах отжига при $0,5 T_{пл}$ °К.

образцов до заведомо больших степеней деформации, действительно приводит к сильному разрушению пружинидиа. Стрелками показано, что момент начала разрушения лежит ниже. Зависимость $\varepsilon(T)$ носит немонотонный характер. На графиках наблюдается два „провала“

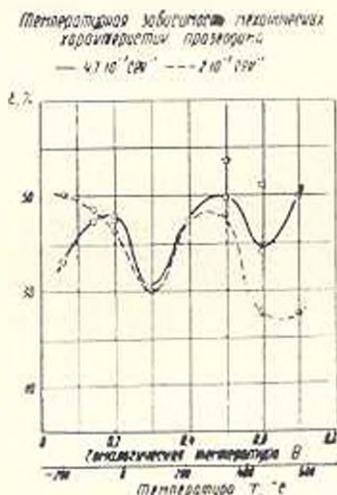


Рис. 1.

пластичности: при $T = 0,3 T_{пл}$ К (100°С) и при $\sim 0,6 T_{пл}$ К (450°С). С увеличением скорости деформации примерно на один порядок оба минимума смещаются в область более высоких температур, особенно заметно это смещение для второго из них.

Природа отмеченных минимумов может быть связана: первого с деформационным старением [1], второго — с эквикоэзивным переходом [2], однако, несмотря на то, что подобные явления наблюдаются не только в чистых металлах, но и в сплавах [3], другим возможным объяснением отмеченных аномалий могут быть структурные изменения сильно загрязненного (в нашем случае) металла. В интервале температур для полиморфного Рг наблюдается переход из одной модификации $I-II$ в другую $K-II$. Выше $0,7 T_{пл}$ К пластичность заметно повышается, что характерно для решетки ГЦК, если считать, что наличие примесей снижает температуру перехода. В общем пластичность является достаточной для пластической обработки его при наличии мягких схем деформации.

Горьковский политехнический институт

Поступило 19.1.1968.

ЛИТЕРАТУРА

1. Соколов Л. Д. Физика металлов и металловедение. 14. 6. 1962. 104.
2. Савицкий Е. М. Влияние температуры на механические свойства металлов и сплавов. Изд. АН СССР. М., 1957.
3. Станюкович Л. В. Хрупкость и пластичность жаропрочных материалов. М., 1967.