

ОСНОВНЫЕ ГИПОТЕЗЫ ПРОЯВЛЕНИЯ ЭФФЕКТА СВЕРХПЛАСТИЧНОСТИ

М. И. Поксеваткин, Т. В. Мустафина, Г. А. Околович

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова,
г. Барнаул, Россия

Теоретические и экспериментальные исследования эффекта сверхпластичности базируются на основных типах сверхпластичности (СП) металлических сплавов.

Различают три основных типа сверхпластичности металла [1]:

1 – структурная сверхпластичность, обусловленная ультрамелкозернистой структурой в отсутствие фазовых превращений в твердом состоянии;

2 – сверхпластичность металла в интервале температур диффузионного фазового (полиморфного) превращения в твердом состоянии;

3 – аномально высокая пластичность металла в интервале температур бездиффузионного (мартенситного) перехода.

Как правило, структурная СП металлов без фазовых превращений наблюдается в интервале температур $T_{СП1} = (0,60 \div 0,85)T_{Пл}$ при скоростях деформации $\xi = 10^{-4} \div 10^{-3} \text{ с}^{-1}$.

Сверхпластичность второго типа (в состоянии диффузионного фазового превращения) характеризуется очень узким $(10 \div 20)^\circ\text{C}$ температурным интервалом проявления, который очень близок к температуре перехода в однофазное состояние: $T_{СП2} = (0,90 \div 0,95)T_{о.ф.с.}$ при $\xi = 10^{-3} \text{ с}^{-1}$.

Аномально высокая пластичность наблюдается при мартенситном превращении при температурах, соответствующих наполовину прошедшему превращению аустенита в мартенсит (по 50 мас. %) при $\xi = 10^{-2} \text{ с}^{-1}$.

Результаты исследований свидетельствуют также об особо активированном состоянии сверхпластичных агрегатов.

Таким образом, по своему реологическому поведению при пластической деформации (резкое падение σ_s , рост δ и ψ , отсутствие упрочнения и зон локализации деформации (растяжение резьбовой шпильки), необычно высокая чувствительность к изменению ξ), по физическим свойствам (очень вы-

сокая плотность вакансий, большая диффузионная подвижность атомов). Сверхпластичные материалы можно отождествить с обычными металлами, но находящимися близко к температуре плавления (или к температуре полиморфного превращения), т.е. в условиях «аморфизации» (перехода системы в другое термодинамическое состояние) поликристалла.

Как известно, в процессе рекристаллизации образуются зерна, свободные от следов прежней деформации (упрочнения), и металл вновь восстанавливает начальную пластичность. Таким образом, сочетая холодную деформацию с отжигом можно получать большие суммарные степени деформации. В этой связи можно предположить, что сверхпластичность является результатом одновременно происходящих процессов деформации и рекристаллизации.

К настоящему времени выдвинуты следующие гипотезы:

1 – гипотеза вакансионной ползучести;

2 – гипотеза диффузионного перемещения дислокаций и участие процесса рекристаллизации;

3 – гипотеза о доминирующей роли межзеренного смещения в процесс сверхпластической деформации.

По первой гипотезе:

Скорость вакансионной ползучести $\xi_{вн}$ определяется из уравнения

$$\xi_{вн} = \alpha \cdot \frac{D_0}{v^2} \cdot \frac{\sigma b^3}{kT};$$

где α – константа (для равноосных зерен $\alpha=25$), D_0 – коэффициент объемной диффузии, v – размер зерна, σ – действующее напряжение, b^3 – активационный объем (b – линейный размер объема), k – константа Больцмана, T – абсолютная температура.

Однако, есть серьезные возражения против этой гипотезы. Дело в том, что при обычных условиях процесс вакансионной ползучести протекает, как правило, при $T_{в.п.} =$

$(0,80 \div 0,85)T_{пл}$, так как при меньшей температуре подвижность вакансий снижается. Температурой же оптимальной пластичности у гетерофазных сплавов является $T = (0,70 \div 0,80)T_{пл}$, иногда и ниже.

Утверждение об участии только одного механизма пластической деформации, контролирующего сверхпластичность (например, только вакансионной ползучести или только диффузионного перемещения дислокаций) принципиально неверно, очевидно проявляется комплексное действие различных механизмов, т.е. весьма важным является факт

участия процессов рекристаллизации, движения дислокаций и межзеренного проскальзывания [2].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пресняков А.А. Физическая природа аномалий и пластичности металлических сплавов. Алма-Ата. Изд. АН Каз. ССР. 1971. – 268.
2. Тихонов А.С. Эффект сверхпластичности металлов и сплавов. – М.: «Наука», 1978. – 142с.