

АНОМАЛЬНОЕ ИЗМЕНЕНИЕ МОДУЛЯ ЮНГА
ПРИ СВЕРХПЛАСТИЧНОСТИ

В.Г.Резников

Обнаружено аномальное изменение модуля Юнга при переходе метастабильных эвтектик в сверхпластичное состояние.

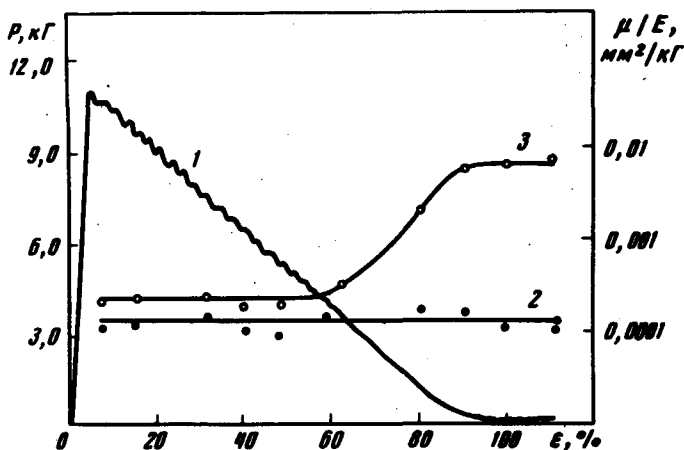
Для развития теории пластической деформации твердого тела является важным накопление экспериментальных фактов об одном из экстремальных состояний вещества – сверхпластичности (СП), присущей при определенных условиях всем металлам и сплавам. При исследовании СП деформации различных сплавов показано, что она развивается, по меньшей мере, в две стадии [1, 2]. В работе [1] для второй стадии, названной "истинной" сверхпластичностью, предсказывалось возникновение квазижидкого состояния в деформируемом материале.

В настоящей работе сообщаются результаты рентгенографических измерений в процессе СП деформации эвтектики Рь – Sn, которые позволили экспериментально обнаружить появление квазижидкого состояния. Измерения проводились на сконструированной приставке [3] к гониометру ГУР-4 рентгеновского дифрактометра. Конструкция приставки позволяла проводить растяжение образцов с одновременной регистрацией усилия деформации. Съемка осуществлялась в железном излучении с эталоном, которым служил медный порошок, нанесенный на часть поверхности в зоне растяжения образца. Измерения проводились в интервале углов $2\theta = 120,5 - 126,5^\circ$. Установка приставки на гониометре обеспечила неизменную геометрию съемки. Величина упругой поперечной деформации в образце при СП деформации вычислялась по изменению межплоскостного расстояния d . Одновременно, тензометрически фиксировалась величина напряжения, соответствующая изменению d . На рисунке для двух фаз эвтектики Рь – Sn показана зависимость $\mu/E = f(\epsilon)$, где μ – коэффициент Пуассона; E – модуль Юнга, ϵ – степень деформации. Экспериментальное определение деформации – рентгенографически, и напряжения – тензометрически, позволило в результате рассчитать по формуле [4]

$$\epsilon = - \frac{\mu}{E} G .$$

изменение величины μ/E . Из рисунка следует (кривая 2), что значение μ/E , рассчитанное для Рь-фазы эвтектики, остается постоянным для всех стадий деформации, что соответствует обычному поведению упругих констант твердого тела [4].

Отметим, что кристаллическая решетка Рь-фазы исследуемой эвтектики испытывает существенно большие микроскажения второго рода [3]. Результаты данной работы свидетельствуют, что эта фаза находится в более напряженном состоянии, чем Sn-фаза на всех стадиях деформации.



Изменение величины μ/E для фаз эвтектики и растягивающего усилия в процессе сверхпластической деформации

Для второй зоны — Sn — обнаружено резкое увеличение в области удлинения 90% (кривая 3), где напряжения течения существенно снижаются. Этому моменту на кривой 1 соответствует стадия истинной сверхпластичности [1]. Наблюдаемое изменение величины μ/E происходит за счет соответствующего изменения E , поскольку μ в области упругих деформаций не меняется [4]. Резкое уменьшение модуля E только для Sn-фазы при деформации эвтектики Pb — Sn говорит о различном поведении двух фаз сплава при СП деформации. Можно предположить, что олово играет роль квазижидкой матрицы¹⁾, в которой находятся тонкодисперсные частицы второй фазы. При этом материал ведет себя как "ньютоновская" жидкость.

Таким образом, переход ко второй стадии сверхпластичности связан с изменением механизма деформации. Результаты работы свидетельствуют, что качественно этот механизм обусловлен появлением квазижидкого состояния одной из фаз деформированной эвтектики.

Автор признателен Р.И.Минцу и Р.Ш.Шкляру за интерес к работе и полезное обсуждение результатов.

Уральский
политехнический институт
им. С.И.Кирова

Поступила в редакцию
24 января 1974 г.

Литература

- [1] А.А.Пресняков. ДАН СССР, 200, 323, 1971.
- [2] В.Г.Резников, Г.И.Розенман, В.П.Мелехин, Р.И.Миц. Письма в ЖЭТФ, 17, 804, 1973.
- [3] В.Г.Резников. ФММ, (в печати)
- [4] Н.И.Безухов. Основы теории упругости, пластичности и ползучести, М., 1968.
- [5] Я.И.Френкель. Введение в теорию металлов, Л., 1972.

¹⁾ Согласно [5], резкое изменение E является основным признаком перехода материала в иное агрегатное состояние.