

ТЕХНИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

В. А. ПАВЛОВ *

**ВЛИЯНИЕ РАСПАДА ПЕРЕСЫЩЕННОГО ТВЕРДОГО РАСТВОРА,
ВЫЗВАННОГО ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИЕЙ,
НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СПЛАВА АЛЮМИНИЙ — МЕДЬ**

(Представлено академиком Г. В. Курдюмовым 16 II 1954)

Деформирование метастабильных твердых растворов в области температур, где пластическая деформация вызывает распад твердого раствора, сопровождается скачкообразной деформацией, аномальной зависимостью сопротивления деформированию от скорости деформации, увеличением сопротивления деформированию и т. д. ⁽¹⁻⁶⁾.

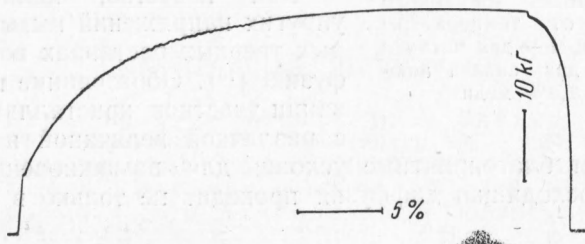


Рис. 1. Диаграмма растяжения сплава алюминия с 1,3% меди при 100 °С

С другой стороны, в области температур, где превращения проходят достаточно интенсивно без помощи пластической деформации, а также при рекристаллизации наблюдается заметное понижение сопротивления деформированию ^(7, 8, 12).

Таким образом, эти данные устанавливают определенное взаимное влияние процессов пластической деформации и диффузии, однако вопрос остается еще недостаточно изученным.

В настоящей работе изучена температурная зависимость механических свойств чистого алюминия (99,97% Al) и сплава алюминия с 1,3% меди, распадающегося при пластической деформации в определенной области температур.

Образцами служили проволоки диаметром 1,95 мм и расчетной длиной 30 мм. Сплав алюминия с медью деформировался в закаленном состоянии. Каждый образец закачивался непосредственно перед испытанием. Растяжение образцов проводилось на специальной машине ⁽⁹⁾. При каждой температуре испытывалось не менее 4—5 образцов.

В области температур между +20 и +200 °С на диаграммах растяжения наблюдаются «зубцы» (рис. 1), а при 100 °С, кроме этого, — площадка текучести. Такой характер диаграмм растяжения говорит об интенсивном прохождении распада твердого раствора. Вследствие этого замедляется падение временного сопротивления с повышением темпера-

* В работе принимала участие Н. М. Иванова.

туры опыта (рис. 2), сильно возрастают равномерная деформация (рис. 3) и работа, затрачиваемая на равномерную деформацию (рис. 4). При 100 °С работа деформирования сплава в 1½ раза больше, чем для чистого алюминия, деформирующие напряжения больше почти в 2 раза и равномерное удлинение достигает значений, характерных для чистого алюминия.

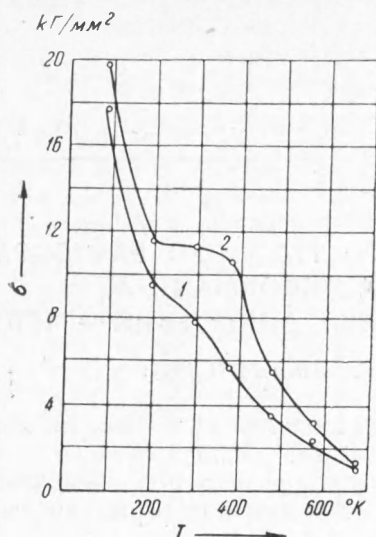


Рис. 2. Зависимость временного сопротивления от температуры деформирования: 1 — для чистого алюминия, 2 — для сплава алюминия с 1,3% меди

Такое сочетание механических свойств, возникающее при распаде твердого раствора, трудно объяснить только одним появлением дисперсных выделений. Обычно при распаде алюминиевых сплавов наблюдается падение пластичности.

Наблюдаемые особенности протекания пластической деформации и необычные механические свойства распадающихся при пластической деформации твердых растворов, повидимому, связаны с диффузионными процессами, протекающими в твердом растворе при формировании и выделении зародышевой новой фазы в упруго-неоднородно напряженной решетке.

Как известно, наличие градиента упругих напряжений вызывает в некоторых твердых растворах восходящую диффузию (¹⁰). Образование при деформировании участков кристаллической решетки с различной величиной и знаком напря-

жений создает благоприятные условия для возникновения восходящей диффузии. Восходящая диффузия проходит не только в деформирован-

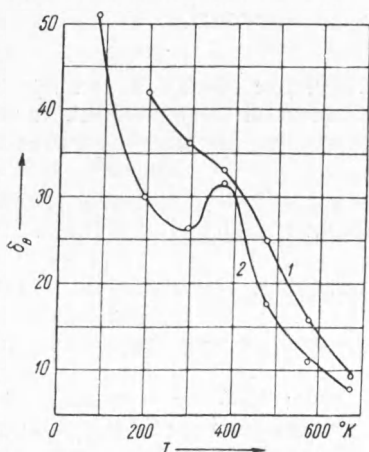


Рис. 3. Зависимость равномерного удлинения от температуры деформирования: 1 — для чистого алюминия, 2 — для сплава алюминия с 1,3% меди

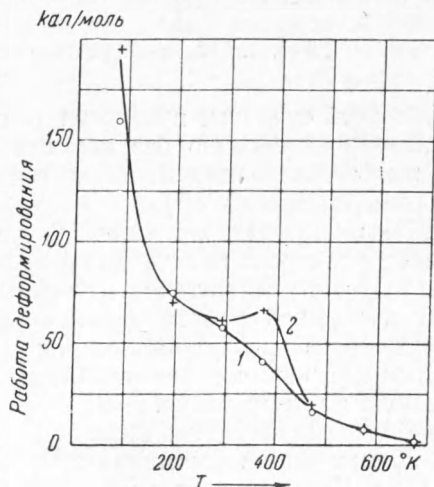


Рис. 4. Зависимость работы деформирования от температуры: 1 — для чистого алюминия, 2 — для сплава алюминия с 1,3% меди

ном твердом растворе при низком температурном отжиге, как это наблюдается, например, в латуни (¹¹), но также, очевидно, и в момент самой пластической деформации при относительно низкой температуре.

Известно, что весьма небольшие напряжения, возникающие, например, при малых упругих колебаниях образца, даже при низких температурах, вызывают диффузию атомов примесей, растворенных в решетке образца. Эта диффузия обнаруживается по затуханию упругих колебаний⁽¹³⁾.

Восходящая диффузия создает неравномерность распределения примесей по объему твердого раствора. Имеющиеся экспериментальные данные показывают, что при низкотемпературном отжиге в некоторых твердых растворах вследствие восходящей диффузии возникает весьма значительная неоднородность концентрации растворенных элементов⁽¹¹⁾, около линий скольжения наблюдается даже выделение новых фаз в насыщенном твердом растворе⁽¹¹⁾. Возникновение неравномерности распределения концентрации при восходящей диффузии в момент пластической деформации будет способствовать распаду метастабильных твердых растворов. Не исключена возможность возникновения распада в процессе деформирования и ненасыщенных твердых растворов.

С этой точки зрения возникновение скачкообразной деформации при распаде твердого раствора можно, повидимому, связать с разрядкой напряжений в момент выделения зародыша новой фазы и связанное с этим локальное прохождение деформации.

В заключение выражаю глубокую благодарность Э. С. Яковлевой за ценные советы и дискуссию.

Поступило
23 I 1954

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Н. Н. Давиденков, Ф. Ф. Витман, Н. А. Златин, Сборн., посвящ. 70-летию акад. А. Ф. Иоффе, Изд. АН СССР, 1950, стр. 307. ² М. В. Якутович, Тр. Инст. физики металлов УФАН СССР, в. 12, 121 (1948). ³ Г. Н. Колесников, Э. С. Яковлева, М. В. Якутович, ЖТФ, 19, 347 (1949). ⁴ Г. Н. Колесников, Э. С. Яковлева, М. В. Якутович, ЖТФ, 18, 1949 (1948). ⁵ A. Naddai, M. Maujoina, J. Appl. Mech., A 77 (1941). ⁶ Н. Ф. Сюткин, ДАН, 91, 83 (1953). ⁷ C. Wassermann, Arch. Eisenhüttenw., 6, 347 (1932/33). ⁸ E. Schmidt, C. Wasserman, Zs. f. Metallkunde, 23, № 8, 242 (1931). ⁹ В. С. Аверкиев, Г. Н. Колесников, В. А. Павлов, М. В. Якутович, ЖТФ, 16, 1349 (1946). ¹⁰ С. Т. Конобеевский, ЖЭТФ, 13, 200 (1943). ¹¹ С. О. Цобкалло, В. В. Латш, Изв. АН СССР, сер. физ., 17, 373 (1953). ¹² А. А. Бочвар, Изв. АН СССР, ОТН, № 5 (1948). ¹³ C. Zeuer, Elasticity and Anelasticity of Metals, 1948.