

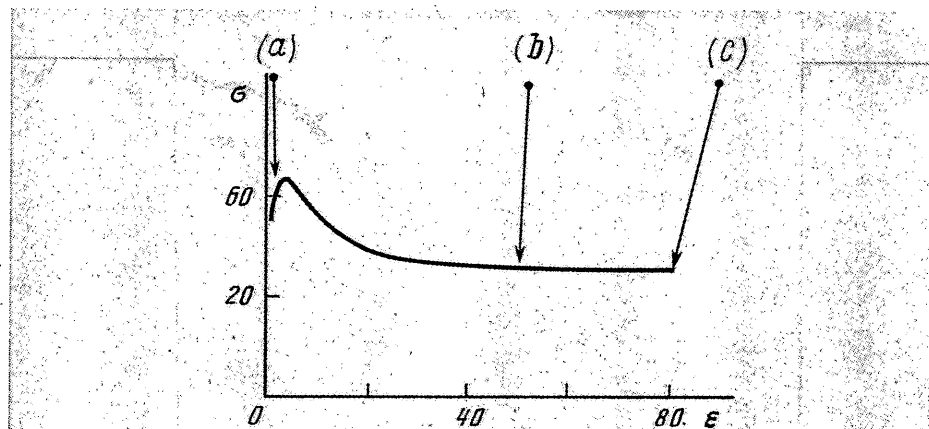
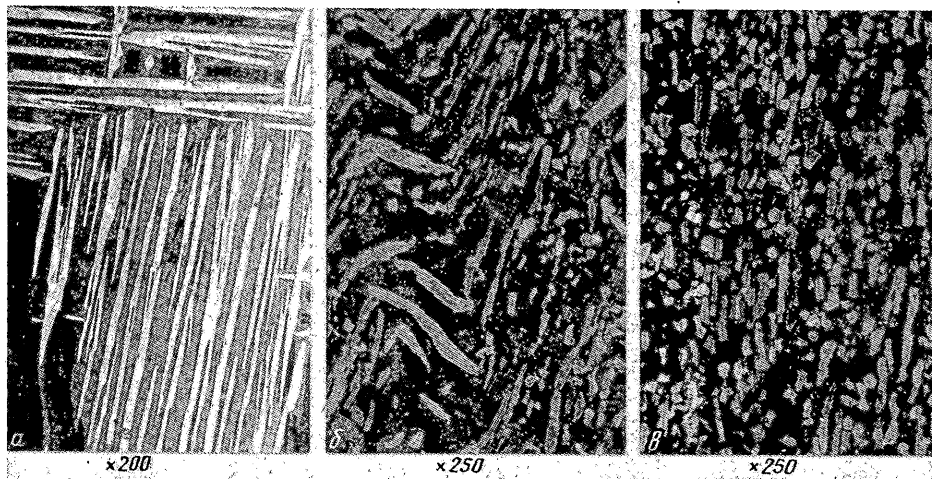
УДК 539.214

© 1995 г. Р. А. ВАСИН, Ф. У. ЕНИКЕЕВ, М. И. МАЗУРСКИЙ

О МАТЕРИАЛАХ С ПАДАЮЩЕЙ ДИАГРАММОЙ

В соответствии с известным постулатом Драккера у материалов не может быть падающей диаграммы. Вместе с тем наличие падающего участка на диаграмме «истинное напряжение σ — логарифмическая деформация ϵ » систематически наблюдается при деформации разнообразных материалов в условиях высоких температур ($T > 0,5T_*$, где T_* — температура плавления) и низких скоростей деформации ($\dot{\epsilon} < 10^2 \text{ с}^{-1}$) (см., например, обзоры [1—4]). Это противоречие можно разрешить следующим образом.

В настоящее время надежно установлено [1—3], что падающая кривая σ - ϵ наблюдается при развитии в объеме материала в ходе горячей деформации динамической рекристаллизации, т. е. изменений в структуре материала в сторону уменьшения размеров зерен. Такая закономерность имеет место в чистых металлах [1—3], в их сплавах [1—3], в интерметаллидах [4, 5] и керамике [6]. Это позволяет заключить, что она характерна для всех твердых тел.



Хорошо известно [7] о существенном влиянии среднего размера зерен в поликристалле на его свойства, в частности, на предел текучести, удлинение до разрыва, чувствительность к скорости деформации. Таким образом, уже в случае чистого металла, не испытывающего полиморфных превращений, можно утверждать, что в ходе его горячей пластической деформации в различные моменты времени приходится иметь дело фактически с разными материалами. Для двухфазных тел, в которых при горячей деформации, как правило, развиваются фазовые превращения, это утверждение становится очевидным. Яркой иллюстрацией сказанного может служить процесс преобразования пластинчатой ($\alpha + \beta$) структуры в титановом сплаве BT5-1 [8]. Как видно на фигуре 1 в начале деформации в сплаве BT5-1 была крупнозернистая пластинчатая ($\alpha + \beta$) структура. По мере увеличения степени деформации она постепенно трансформируется в мелкозернистую равноосную ($\alpha + \beta$) структуру, что сопровождается уменьшением ϵ и переходом в сверхпластическое состояние [8]. При горячей деформации в данном сплаве всегда происходит фазовое превращение α -фазы в β -фазу, а предел текучести α -фазы примерно в шесть раз больше, чем у β -фазы (в тех же условиях деформации) [8]. Поэтому наблюдаемое падение ϵ (фигура; ϵ в МПа, ϵ в процентах) обусловлено, по крайней мере, тремя факторами: уменьшением размера зерен, уменьшением объема более прочной α -фазы и изменением формы α -частиц.

Как видно из этого примера, сплав BT5-1 в ходе деформации претерпевает кардинальные изменения в структуре и свойствах, что, собственно, и отражает наблюдаемая кривая ϵ - ϵ (фигура). Очевидно, что в такой ситуации следует говорить не о нарушении постулата Драккера, а его неприменимости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Sakai T. and Jonas J. J. Dynamic Recrystallization: Mechanical and Microstructural Considerations.//Acta Metallurgica et materialia. 1984. V. 32. No. 2. P. 189—209.
2. Jonas J. J. and Sakai T. A New Approach to Dynamic Recrystallization./G. Krauss (ed.). Deformation, Processing and Structure. OH: American Society for Metals Park, 1984. P. 185—224.
3. Sellars C. M. and Tegart W. J. McG. Hot Workability//Int. Metallurgical Review. 1972. V. 17. P. 1—24.
4. Gottstein G., Chang L. and Yung H. F. Dynamic recrystallization and microstructural evolution in Ni₃Al//Mat. Sci. and Techn. 1991. V. 7. P. 158—166.
5. Салищев Г. А., Имаев Р. М., Ноткин А. Б., Елагин Д. В. Динамическая рекристаллизация упорядоченного сплава Ti-Al//Цветные металлы. 1988. № 7. С. 95—98.
6. Кайбышев О. А., Имаев Р. М., Имаев М. Ф. Сверхпластичность керамического соединения YBa₂Cu₃O_{7-x}//ДАН СССР. 1989. 305. № 5. С. 1120—1123.
7. Кайбышев О. А. Сверхпластичность промышленных сплавов. М.: Металлургия, 1984. 224 с.
8. Салищев Г. А., Лутфуллин Р. Я., Мазурский М. И. Преобразование пластинчатой микроструктуры в равноосную при горячей деформации титанового сплава BT5-1//Иzv. АН СССР. Металлы. 1990. № 3. С. 113—119.

Москва

Поступила в редакцию
6.IV.1992