

ДОСТИЖЕНИЕ ВЫСОКОПРОЧНОГО СОСТОЯНИЯ МЕТАЛЛА МАЛЫМИ ПЛАСТИЧЕСКИМИ ДЕФОРМАЦИЯМИ

Хаймович П. А.

*Национальный научный центр "Харьковский физико-технический институт",
Харьков, Украина
pavel.41@bk.ru*

В настоящее время достигнуты серьезные успехи в диспергировании структуры, а соответственно, и улучшении физико-механических характеристик монолитных металлических материалов с использованием новых методов интенсивной пластической деформации (ИПД) – равноканально-углового прессования, кручения под давлением, винтовой гидрокструзии [1–3]. Следует отметить, что получение структуры высокой дисперсности в предыдущие годы удавалось достичь и традиционными видами пластического деформирования – прокаткой, волочением, осуществляя их при криогенных температурах, при которых подавлены процессы динамического возврата [4]. Но как ранее, так и теперь, успех достигается лишь при больших степенях деформации материала. При низкотемпературных прокатке и волочении требовалось достижение величин деформации $\epsilon = 1,2-1,5$; для упомянутых выше современных методов ИПД эта величина составляет 4 и более [5].

Тормозом для развития современных методов ИПД является то, что, с одной стороны, дальнейшее повышение степени деформации (до 8–12 и более) перестает положительно сказываться на свойствах металла, а с другой – большое внимание приходится уделять преодолению сил трения, которые при этой геометрии деформирования очень существенны.

В то же время многообещающим оказалось совмещение технологических выгод, которые имеет такой вид деформирования как гидрокструзия (выдавливание металла через матрицу жидкостью), с преимуществами, проявляющимися при деформировании металла в условиях криогенных температур (т.е. подавления процессов динамического возврата). Осуществить такой вид экструдирования удалось, благодаря применению в качестве передающей давление среды не жидкости, а твердого тела, пластичность которого при температуре деформирования много выше пластичности деформируемого объекта [6]. Так как все это происходит в условиях криогенных температур, в связи с чем и средой является не жидкость, а высокопластичное при данной температуре твердое тело, то и говорить приходится не о гидростатическом, а о квазигидростатическом давлении. Такой вид деформирования – низкотемпературная квазигидрокструзия – за счет диспергирования структуры обрабатываемого материала, обеспечил высокие уровни упрочнения металлов и сплавов, не достижимые в случае деформирования при комнатной или повышенных температурах, при относительно невысоких степенях деформации: $\epsilon = 0,5-1,0$. Причем склонности к хрупкому разрушению при испытаниях на растяжение этих упрочненных материалов не наблюдается [7].

Возможности описанного выше метода оказались ограничены тем, что осуществить с его помощью деформирование малопластичных металлов и сплавов зачастую не удается: деформируемые объекты растрескиваются при выходе из матрицы. Решением проблемы оказалось осуществление такой схемы деформирования, когда металл под воздействием сжимающей его среды вынуждается прогрессовываться через матрицу в объем, где также находится среда в условиях высокого квазигидростатического давления [8]. Т.е. проталкивание металла через матрицу определяется разностью квазигидростатических давлений в рабочем и приемном каналах. Фактически схему деформирования, которая при обычных температурах называется гидрокструзией с противодавле-

нием, удалось реализовать при криогенных температурах. В итоге, действительно оказалось возможным пластически деформировать при этих температурах материалы, которые никаким другим образом при низких температурах продеформировать не удавалось, причем без нарушений сплошности и с достижением существенного упрочнения.

Неожиданным результатом оказалось, что такая схема деформирования очень эффективно проявляет себя и в случае экструдирования достаточно пластичных материалов, позволяя получить очень высокие уровни упрочнения металла при небольших пластических деформациях. Так, например, в случае обработки при 77 К нержавеющей стали X18Ni9Ti при деформациях, при которых исходный диаметр заготовки уменьшался всего на 5–6% ($\epsilon \sim 0,1$), предел текучести стали возрастал с 220 до 1800–2000 МПа, происходил практически полный переход исходного аустенита в высокодисперсный мартенсит, состаривание которого позволяло довести предел текучести металла до 2400–2600 МПа.

Изложенное выше позволяет сделать, по крайней мере, два вывода: с одной стороны, показан путь, при котором для достижения высокой дисперсности структуры при соответствующем росте механических свойств нет необходимости задаваться целью деформировать материал на все большие степени. С другой – условия деформирования металла, при которых на него действуют силы всестороннего сжатия большой величины, а сам он находится при низких (криогенных) температурах, требуют глубокого изучения, потому что они могут принести новые эффекты, о которых мы сейчас и не подозреваем.

Список литературы

1. Segal V.M.. Materials Science and Engineering, A386, (2004), 269-276.
2. Valiev R.Z., Korznikov A.V., Mulyukov R.R. // Mater. Sci. Eng. 1993. v. A186. P.141
3. Бейгельзимер Я.Е., Решетов А.В., Сынков С.Г. ФТВД 16, №3, 108(2006).
4. Гиндин И.А., Стародубов Я.Д., Аксенов В.К.. Металлофизика, 2, №2, 49 (1980).
5. Валиев Р.З., Александров И.В. Наноструктурные материалы, полученные интенсивной пластической деформацией. – М.: Логос, 2000, 272 с.
6. Стародубов Я.Д., Хаймович П.А. Проблемы прочности, 10, 116 (1975).
7. Хаймович П.А., ВАНТ, сер. «Физика радиационных повреждений и радиационное материаловедение», 2006, №4, с.28-34.
8. Хаймович П.А. Патент Украины №75155, 2006.

ИЗМЕНЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПРИ ЛЕГИРОВАНИИ Fe–Co СПЛАВОВ ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Ширинов Т. М., Глазырина М. И. *, Глезер А. М. *, Молотилов Б. В. *,
Громов В. Е., Коновалов С. В.

Сибирский государственный индустриальный университет, Новокузнецк,
gromov@physics.sibsiu.ru

**Институт металлофизики и функциональных материалов им. Г.В. Курдюмова*
ЦНИИЧермета им И.П. Бардина, Москва, glezer@imph.msk.ru

Отличительной чертой практически всех упорядоченных сплавов является их крайне низкая пластичность. Наиболее объективной оценкой склонности металлов и сплавов с о.ц.к. решеткой к пластическому течению служит величина температурного