

ТЕХНИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

Л. И. ВАСИЛЬЕВ, А. С. БЫЛИНА и М. П. ЗАГРЕБЕННИКОВА

**О ВЛИЯНИИ ПЕРЕМЕНЫ СКОРОСТИ ДЕФОРМИРОВАНИЯ
НА ПЛАСТИЧЕСКОЕ РАСТЯЖЕНИЕ**

(Представлено академиком И. П. Бардиным 14 IV 1953)

Известно, что условия предшествующей пластической деформации и, в частности, ее скорость влияют на состояние и поведение металла при последующем деформировании (см., например, (1)). При этом отличие в состояниях образцов, деформированных с разными скоростями, не может быть удовлетворительно объяснено разницей лишь в числе искажений, обусловленной накоплением в быстро деформированном образце «избыточных» искажений, не успевших разрядиться в процессе деформирования в связи с кратковременностью процесса (2). Повышение скорости деформирования приводит, повидимому, к качественному изменению поля деформационных искажений, к расширению «ассортимента» последних (например, в смысле их устойчивости при данной температуре) (2). В связи с этим представлялось интересным выяснить влияние перемены скорости растяжения — от большой к малой и наоборот — на ход пластического деформирования.

Эксперименты проводились при комнатной температуре с поликристаллической медью и оловом. Олово содержало в качестве примесей 0,20% Pb, 0,11% Sb, 0,08% Cu, 0,062% As, 0,011% Fe, 0,008% Bi. Образцы нарезались из проволок диаметром 0,44 мм (Cu), 1,86 мм (Sn) и имели расчетную длину $l_0 = 50$ мм. Деформирование осуществлялось на приборе для растяжения с упругим динамометром, применявшимся в предыдущих работах (2). Прибор был снабжен устройством, позволяющим в течение примерно 1 сек. переходить от одной скорости растяжения к другой. Значения этих скоростей были равны $v_1 = 0,033$ %/мин. (Cu), 0,08 %/мин. (Sn) и $v_2 = 27$ %/мин. (Cu, Sn).

Медные образцы были разбиты на 6 групп по 7 образцов в каждой. Образцы первой группы растягивались со скоростью v_1 , второй — со скоростью v_2 . Образцы третьей группы растягивались до 5,6% деформации со скоростью v_2 , а затем со скоростью v_1 ; четвертой группы — до 17,6% со скоростью v_2 , после — со скоростью v_1 . Растяжение образцов пятой группы до 5,6% производилось со скоростью v_1 , а начиная с этой степени деформации — со скоростью v_2 . Такой же переход от скорости v_1 к v_2 осуществлялся в случае образцов шестой группы при достижении 25,5% деформации.

Оловянные образцы делились на 5 групп, каждая из которых также состояла из 7 образцов. Образцы первых двух групп растягивались, соответственно, со скоростями v_1 , v_2 . При растяжении образцов третьей и четвертой групп производился переход от скорости v_1 к v_2 при деформации 5,3% (третья группа) и 29,4% (четвертая группа). В случае образцов пятой группы при растяжении на 18,8% скорость v_2 менялась на v_1 .

И оловянные и медные образцы растягивались до возникновения на них локальной шейки.

Результаты исследования в виде кривых растяжения, построенных

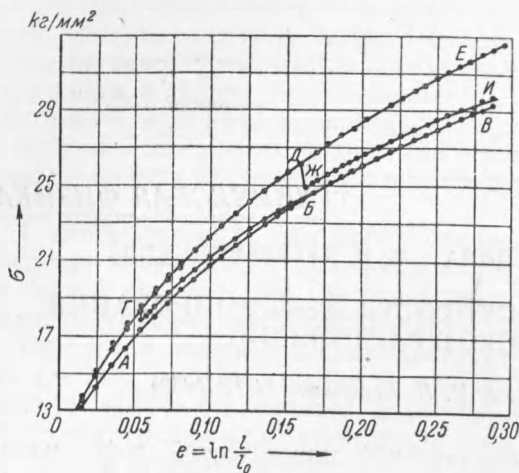


Рис. 1. Кривые растяжения меди. Кривая АБВ соответствует растяжению со скоростью $v_1 = 0,033\%$ / мин, кривая ГДЕ — со скоростью $v_2 = 27\%$ / мин. Кривые БДЖИ и ДЖИ отвечают растяжению со скоростью v_1 после перехода к ней (в точках Г и Д) от скорости v_2

сказываясь на его поведении при дальнейшем деформировании. В случае олова (рис. 3) этот эффект менее заметен. Наблюдаемая картина может быть объяснена тем, что скоростное растяжение приводит (по сравнению с медленным) не только к накоплению «избыточных», неустойчивых искажений, но и к прогрессивному возникновению искажений с повышенной устойчивостью. При переходе от скорости v_2 к v_1 падение кривой растяжения реализуется за счет разрядки неустойчивых искажений. Присутствие искажений повышенной устойчивости, разрядка которых затруднена, тормозит дальнейшее понижение кривой и препятствует ее постепенному совпадению с кривой растяжения, соответствующей деформированию со скоростью v_1 без изменения последней. С другой стороны, если степень деформации к моменту перемены скорости не мала, так что разница в ассортиментах искажений и (в первую очередь, в числе устойчивых искажений) быстро и медленно деформируемых образцов к этому моменту достаточно значительна, то повышение скорости от v_1 до v_2 уже не может компенсировать этой разницы, и совпадение кривых растяжения не будет наблюдаться.

У оловянных образцов разница в ассортименте деформационных иска-

в координатах истинная деформация (ϵ) — истинное напряжение (σ), представлены на рис. 1, 2 (Cu) и рис. 3 (Sn).

Рис. 1 и 2 показывают, что перемена скорости при малых степенях деформации сопровождается постепенным переходом и совпадением данной кривой растяжения с кривой, отвечающей последней скорости деформирования. Однако, если перемена скорости осуществляется при более высоких степенях деформации, то такой переход не реализуется. Полученный результат свидетельствует о том, что скоростные условия предшествующего пластического растяжения, если только оно не очень мало, в сильной степени влияют на состояние металла, необратимым образом

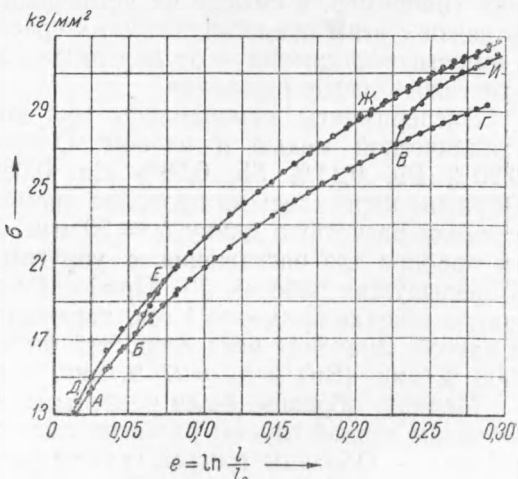


Рис. 2. Кривые растяжения меди. Кривая АБВГ соответствует растяжению со скоростью $v_1 = 0,033\%$ / мин, кривая ДЕЖ — со скоростью $v_2 = 27\%$ / мин. Кривые БЕЖ и ВИ описывают процесс растяжения со скоростью v_2 после перехода к ней (в точках Б и В) от скорости v_1

жений менее ощутима, поскольку в случае олова разрядка почти всех этих искажений при комнатной температуре осуществляется сравнительно легко.

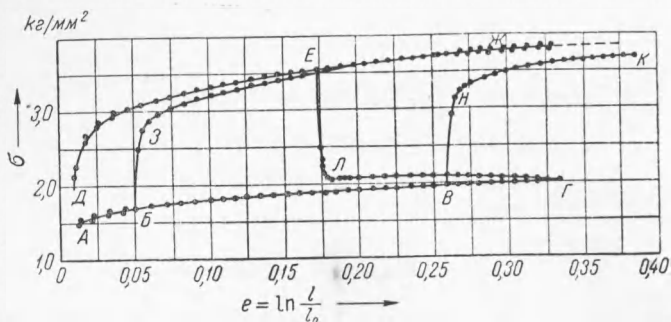


Рис. 3. Кривые растяжения олова. Кривая АБВГ отвечает растяжению со скоростью $v_1 = 0,08\%$ / мин, кривая ДЕЖ — со скоростью $v_2 = 27\%$ / мин. Кривая ЕЛГ соответствует растяжению со скоростью v_1 после перехода к ней (в точке Е) от скорости v_2 ; кривые БЗЖ и ВИК описывают растяжение со скоростью v_2 после перехода к ней (в точках В и В) от скорости v_1

Фактором, определяющим возникновение разницы в ассортименте искажений образцов, деформированных с различными скоростями, может, например, являться разница значений деформирующих напряжений, а следовательно, и напряженностей внутренних силовых полей, в условиях которых формируются искажения. На начальных этапах растяжения состояния образцов, деформируемых со скоростями v_1, v_2 , отличаются в основном, повидимому, лишь числом искажений. Отличие в числе искажений обуславливает разницу сопротивлений деформации и, соответственно, значений деформирующих напряжений. В результате при дальнейшем растяжении формирование искажений происходит в условиях силовых полей различной напряженности, что может привести к возникновению разницы в устойчивости искажений, образующихся в быстро и медленно деформируемых образцах. По мере роста деформации отличие в состояниях образцов, растягиваемых с разными скоростями, будет только увеличиваться.

Следует отметить, что полученные экспериментальные данные, свидетельствуя о существенном влиянии скорости предшествующей пластической деформации на ход дальнейшего деформирования, еще раз убедительно показывают, что текущее значение напряжения в общем случае не является однозначной функцией мгновенных значений деформации, ее скорости и температуры испытания. Таким образом, как это отмечалось и другими авторами (см., например, (3)), механическое уравнение состояния $\sigma = f(e, v, T)$ является ограниченным и приближенным.

Сибирский физико-технический институт при
Томском государственном университете
им. В. В. Куйбышева

Поступило
16 III 1953

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ А. А. Федоров, ЖТФ, **9**, 11, 987 (1941); Н. Ф. Лашко, ЖТФ, **9**, 11, 1008 (1941); Г. И. Карпов, Тр. Сиб. ФТИ, в. 24, 125 (1947); Ю. А. Студенок, там же, в. 28, 173 (1949); М. А. Большанина, Изв. АН СССР, сер. физ., **14**, 2, 223 (1950).
² Л. И. Васильев, ЖТФ, **22**, 11, 1827 (1952). ³ Н. С. Фастов, Проблемы металловедения и физики металлов, сборн. 3, М., 1952, стр. 256; J. E. Dorn, A. Goldberg, T. E. Tietz, Met. Technology, **15**, No. 6 (1948).