

## ВЛИЯНИЕ ВИДА НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ НА ПЛАСТИЧНОСТЬ МЕТАЛЛОВ

Г. Д. ДЕЛЬ, Л. К. СПИРИДОНОВ

(Представлена научным семинаром лаборатории пластических деформаций)

С изменением вида напряженного состояния изменяется пластичность металла [2, 3]. Под пластичностью будем понимать величину интенсивности пластической деформации, которую при данном напряженном состоянии может претерпеть металл в очаге деформации, не разрушаясь.

До сих пор ожидаемую пластичность в том или ином процессе нельзя предсказать по результатам простых механических испытаний.

Целью настоящей работы является исследование зависимости пластичности от жесткости напряженного состояния, характеризуемой коэффициентом [2]

$$\eta = \frac{3\sigma}{\sigma_1} = \frac{\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3}{\sigma_1}, \quad (1)$$

где  $\sigma$  — гидростатическое давление,  $\sigma_1$  — интенсивность напряжений,  $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$  — главные напряжения.

Исследование проводилось в условиях простого нагружения при двухосном напряженном состоянии. Были исследованы малопластичные материалы: латунь ЛС-59 и дюралюмин Д-1.

В области  $+1 \leq \eta \leq +2$  испытывались трубчатые образцы, нагруженные осевой силой и внутренним давлением

$$\eta = \frac{\sigma_z + \sigma_\varphi}{\sqrt{\sigma_z^2 + \sigma_\varphi^2 - \sigma_z \sigma_\varphi}}, \quad (2)$$

здесь

$$\sigma_z = \frac{q \cdot D_{\text{вн}}}{4s} + \frac{p}{\pi D_{\text{ср}} s}; \quad \sigma_\varphi = \frac{q \cdot D_{\text{вн}}}{2s},$$

где  $q$  — внутреннее давление,  $D_{\text{вн}}$  — внутренний диаметр трубки,  $s$  — толщина стенки,  $p$  — осевая нагрузка,  $D_{\text{ср}}$  — средний диаметр трубки.

В области  $-1 < \eta \leq +1$  испытаны сплошные цилиндрические образцы, которые подвергались совместному действию осевой силы и крутящего момента. При этом образцы из латуни испытывались по методике, предложенной в работах [4], [5]. Согласно этой методике, совместному действию растяжения и кручения подвергаются два сплошных цилиндрических образца разного диаметра. При этом для обоих образцов сила и момент меняются по одному закону. Разности осевых нагрузок и крутящих моментов, приложенных к образцам при одинаковом удлинении, относятся за счет условной трубки, дополняющей образец мень-

шего диаметра до большего образца. Напряжения на поверхности определяются так же, как и при испытании трубок, тогда

$$\eta = \frac{2R_0^2}{\sqrt{4R_0^2 + 3\left(\frac{M}{P}\right)^2 (R_0 + R_m)^2}}, \quad (3)$$

где  $P$  — осевая сила,  $M$  — крутящий момент,  $R_0$  — средний радиус «трубки»,  $R_0$  — радиус большего образца,  $R_m$  — радиус малого образца.

Согласно теореме о простом нагружении [1], при пропорциональном изменении нагрузок нагружение является близким к простому. На основании этого величину  $\eta$ , как и в упругой области, можно приближенно рассчитывать по отношению деформирующего усилия и крутящего момента

$$\eta = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{48}{D^2} \left(\frac{M}{P}\right)^2}}, \quad (4)$$

где  $D$  — диаметр образца. При таком определении  $\eta$  отпадает необходимость в испытании двух образцов разного диаметра. На рис. 1 сопо-

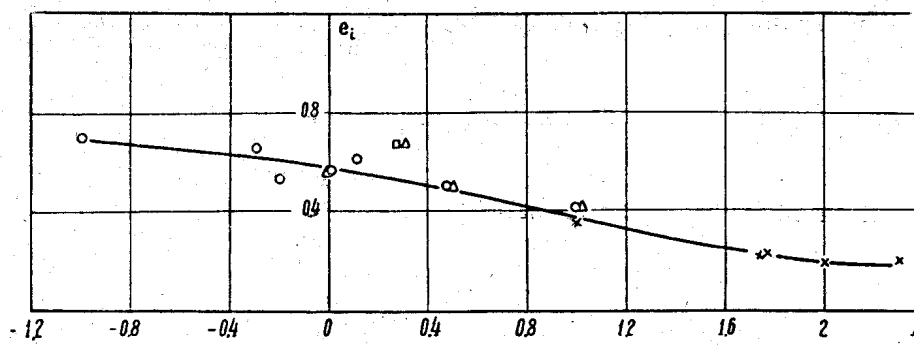


Рис. 1. Зависимость пластичности у латуни ЛС-59 от коэффициента жесткости напряженного состояния

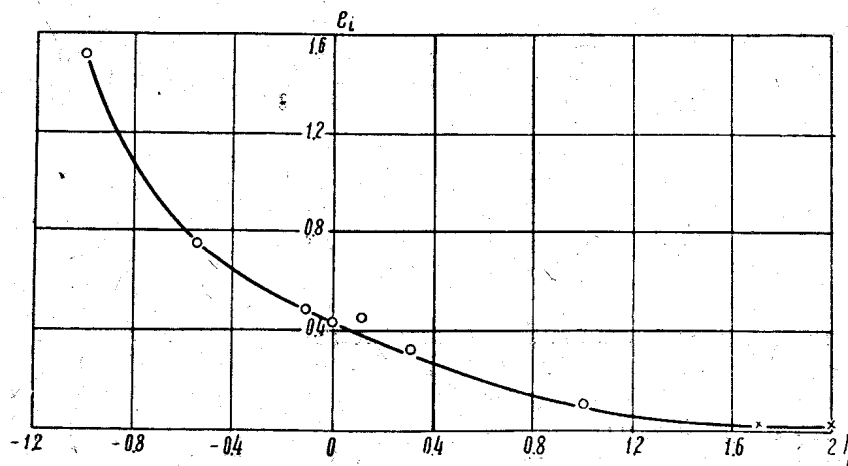


Рис. 2. Зависимость пластичности у дюралюмина Д-1 от коэффициента жесткости напряженного состояния

ставлены результаты, полученные при определении  $\eta$  по формулам (3) и (4). Как видим, их расхождение не является значительным. Это позво-

лило значительно упростить методику определения пластичности у дюралюмина при заданном  $\eta$ , ограничившись испытанием одного образца.

Кроме этих испытаний производилось также осевое сжатие со смазкой цилиндрических образцов из исследуемых материалов (при этом  $\eta = -1$ ).

Образец из дюралюмина (рис. 2), подвергнутый осевому сжатию, разрушился при большем  $e$ , чем латунный. При осевом растяжении пластичность дюралевого образца была ниже, чем у латунного. Это еще раз указывает на то, что о пластичности материала нельзя судить лишь по результатам стандартных испытаний на осевое растяжение.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. А. А. Ильюшин. Пластичность. Гостехиздат, М., 1948.
  2. Г. А. Смирнов-Аляев. Сопротивление материалов пластическому деформированию. Машгиз, М.—Л., 1961.
  3. H. Stenger., Bedeutung des Formänderungsvermögens für die Umformung. «Bänder—Bleche—Rohre», 8 № 9, 1967.
  4. В. И. Максак. Метод исследования больших пластических деформаций. Тезисы докладов IV Всесоюзной конференции по прочности и пластичности. Изд-во «Наука», М., 1967.
  5. В. И. Максак, Г. А. Дошинский. Методика и исследование больших пластических деформаций при простом нагружении. Известия Томск. политехн. ин-та, т. 173, 1970.
-