

УДК 539.3

## Экспериментальное исследование пластической анизотропии листовой латуни

Костиков Иван Евгеньевич, кандидат физико-математических наук, доцент  
кафедры строительства, строительных материалов и конструкций;  
Матченко Николай Михайлович, доктор физико-математических наук, профессор  
кафедры механики пластического формоизменения  
Тульский государственный университет, г. Тула

**Аннотация.** Обсуждаются границы применения условия пластичности Мизеса-Хилла для описания пластической анизотропии листовых металлов.

**Ключевые слова:** анизотропия, пластичность, эксперименты.

## Experimental research of plastic anisotropy sheet brass

Kostikov Ivan, Dr. Phil., Senior lecturer of department of building, building materials and designs;  
Mattchenko Nikolay, Dr. Sci., Professor of Mechanic plastic forming department  
Tula State University, Tula

**Abstract.** Borders of application of a condition of plasticity Mises-Hill's for the description of plastic anisotropy of sheet metals are discussed.

**Keywords:** anisotropy, plasticity, experiments.

1. Листовым прокатным металлам характерна анизотропия пластических свойств [1]. В инженерной практике проектирования процессов обработки листовых металлов давлением для описания пластической анизотропии обычно используется условие пластичности Мизеса-Хилла [2], записанного для случая плоского напряженного состояния

$$Fs_y^2 + Gs_x^2 + HG(s_x - s_y)^2 + 2Ns_{xy}^2 = 1, \quad (1.1)$$

где  $s_x, s_y, s_{xy}$  - компоненты тензора напряжений,  $F, G, H, N$  - механические характеристики пластической анизотропии, подлежащие экспериментальному определению.

К условию пластичности (1.1), присоединяется ассоциированный закон пластического течения, для которого приращения компонент тензора деформаций

$$de_x = [H(s_x - s_y) + Gs_x]dm, \quad de_y = [Fs_y + H(s_y - s_x)]dm, \\ de_z = -(Gs_x + Fs_y)dm, \quad de_{xy} = N\sigma_{xy}d\mu, \quad (1.2)$$

Из (1.2) следует, что пластическое течение анизотропного материала происходит без изменения объема

$$de_x + de_y + de_z = 0. \quad (1.3)$$

Для определения характеристик  $F, G, H, N$  пластической анизотропии прокатного металла используются эксперименты на растяжение образцов, вырезанных в направлении прокатки, поперек прокатки и под углом  $\pi/4$  к направлению прокатки.

2. В связи с тем, что в экспериментах получают шесть характеристик пластической анизотропии (три значения пределов текучести  $\sigma_0, \sigma_{\pi/4}, \sigma_{\pi/2}$  и три показателя пластической анизотропии  $R_0, R_{\pi/4}, R_{\pi/2}$  [1,2]), а условие пластичности Мизеса-Хилла (1) содержит только четыре константы, то возникают два условия совместности экспериментально найденных характеристик пластической анизотропии.

Константы в экспериментах по растяжению образцов, вырезанных в направлении прокатки

$$H = R_0 / (1 + R_0) s_{s0}^2$$

$$\text{и поперек прокатки } H = R_{p/2} / (1 + R_{p/2}) s_{sp/2}^2 \quad (2.2)$$

где  $R_0, R_{p/2}$  - показатели анизотропии вдоль и поперек прокатки.

Из соотношений (2.2) вытекает критерий совместности  $K_I$

$$K_I = |(H_0 - H_{p/2}) / ((H_0 + H_{p/2}) / 2)| \cdot 100\%, \quad (2.3)$$

Из эксперимента на растяжение образцов, вырезанных под углом  $\pi/4$ , к направлению прокатки вычисляют два значения механической характеристики  $N$

$$N = N_1 = 2 / s_{p/4}^2 - 0,5(F + G), N = N_2 = (R_{xy} + 0,5)(F+G) . \quad (2.4)$$

Из соотношений (2.42) вытекает критерий совместности  $K_{II}$

$$K_{II} = |(N_1 - N_2) / ((N_1 + N_2) / 2)| 100\% , \quad (2.5)$$

В таблице 2.1 приведены результаты вычисления показателей совместности экспериментально определенных механических характеристик [1].

Таблица 2.1.

Материал	$\sigma_{s0}$ МПа	$\sigma_{s\pi/4}$ МПа	$\sigma_{s\pi/2}$ МПа	$R_0$	$R_{p/4}$	$R_{p/2}$	$K_I$	$K_{II}$
Латунь Л63	215.0	210.0	225.0	0.67	0.82	0.76	1,45	1,97

#### Литература:

1. Андрейченко В.А. Яковлев С.П., Яковлев С. Обработка давлением анизотропных материалов / В.А. Андрейченко, С.П. Яковлев, С.С. Яковлев / Кишнев: Квант, 1997. – 330 с.
2. Хилл Р. Математическая теория пластичности. – М.: ГИТТЛ, 1956. – 407с.