

Предельные возможности материала при вытяжке, определяемые по наибольшему утонению стенки детали

Ю. М. Арышенский, Ф. В. Гречников, В. Ю. Арышенский, И. В. Осиповская

Рассмотрим подход к определению предельного коэффициента вытяжки по утонению стенки детали. Наибольшее утонение стенки будет наблюдаться в месте касания пуансона с листом. Там наблюдается плоскодеформированное состояние:

$$\varepsilon_3 = \varepsilon_2 = 0$$

В этом случае материал допускает интенсивность деформации [1]:

$$(\varepsilon_1)_{\text{пр}} = \frac{1}{m_a} \ln \frac{1}{1 - \varphi_m} \quad (1)$$

Здесь μ_y - коэффициент поперечной деформации;

- относительное сужение материала.

В то же время возникающее деформированное состояние в детали выражается [2]:

$$\varepsilon_1 = - \frac{\varepsilon_3}{\sqrt{1 - \mu_{12}\mu_{21}}} \quad (2)$$

Приравнивая формулы (1) и (2) после преобразования, получим относительное утонение стенки

$$\frac{S_{i, \text{пр}}}{S_0} = \frac{S_{i, \text{пр}}}{S_0} = (1 - \varphi_m)^{\frac{1}{2K_a}} \quad (3)$$

Здесь используется соотношение

$$\frac{1}{m_a} = \frac{1}{2K_a \sqrt{1 - \mu_{12}\mu_{21}}} \quad (4)$$

Таким образом найдено утонение в стенке деталей. Определим усилие, которое допускает материал в стенке. При этом учтем упрочнение функций:

$$\sigma_1 = A \varepsilon_1^n \quad (5)$$

Проводя элементарные выкладки, получим

$$P_{c.m.} = \frac{A \left(\frac{1}{m_0} \ln \frac{1}{1-\varphi_m} \right)^n \mu_{21}}{\sqrt{1-\mu_{21} + \frac{1}{4} \frac{\mu_{21}}{\mu_{12}}}} (1-\varphi_m)^{\frac{1}{2K_0}} \quad (6)$$

Усилие на фланце с учетом трения и упрочнения материала, а также $P_{мз}$, получим

$$P_{c.m.} + P_{мз} = \beta_{ср} \sigma_v \mu_{21} \bar{S}_{c.m.} \sqrt{\frac{\mu_{12}}{\mu_{31}}} \left[\left(\ln \frac{R}{r} + P_{пр} \right) (1 + 1,57f) + \frac{1}{2r_m} \right] \quad (7)$$

Приравнивая (6) и (7) получим коэффициент вытяжки

$$K_0 = K_0 (1 - P_{пр}), \quad (8)$$

где $P_{пр}$ - усилие прижима

$$K_0 = \exp \left[\frac{1}{1 + 1,57f} \left[\frac{A \left(\frac{1}{m_0} \ln \frac{1}{1-\varphi_m} \right)^n}{\beta_{ср} \sigma_v} \sqrt{\frac{1-2\mu_{21} + \frac{\mu_{21}}{\mu_{12}}}{1-\mu_{21} + \frac{1}{4} \frac{\mu_{21}}{\mu_{12}}}} \bar{S}_{c.m.} - \frac{1}{2r_m + 1} \right] \right]$$

Приведем расчеты для некоторых материалов.

Таблица

Сплав	μ_{21}	μ_1	μ_{12}	A, МПа	σ_v , МПа	n	$\varphi_{из}$	K ₀	
								f=0,15	f=0,15
D16AM	0,36	0,52	0,39	365	203	0,236	0,55	2,08	2,05
A5	0,43	0,41	0,49	176	93	0,270	0,65	2,14	2,10
МА-8	0,58	0,62	0,66	402	260	0,150	0,28	2,52	2,46
ОТ4	0,78	0,80	0,80	1100	800	0,095	0,40	3,19	3,11

Выводы

1. Аналитическим способом определено допустимое утонение в опасном сечении стенки детали. При этом учтены анизотропия и упрочнение металла.

2. Получена расчетная формула для нахождения $K_{пр}$. Выделены основные факторы влияющие на процесс вытяжки с помощью коэффициента K_0 .

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гречников Ф.В., Арьшенский Ю.М., Осинская И.В., Арьшенский В.Ю. Предельные возможности процесса вытяжки цилиндрических деталей//Механика деформируемых сред в технологических процессах: Сб. научн. тр. - Иркутск: ИГТУ, 1997, - С. 82-85.

2. Арьшенский Ю. М., Гречников Ф. В. Теория и расчеты пластического формоизменения анизотропных материалов.-М: Металлургия, 1990, -304 с.