

И.Г. ДОБРОВОЛЬСКИЙ (БПИ),
В.С. ШЛЯХОВОЙ, канд-ты техн.наук (НИИгеллоприбор)

ТРЕБОВАНИЯ К ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПЛАСТИЧНОСТИ МАТЕРИАЛА СИЛЬФОННЫХ ТРУБОК-ЗАГОТОВОК

Гидроформование сильфона (как операция пластического деформирования трубки-заготовки) требует определенной технологической пластичности ее материала.

Авторами предложена зависимость между коэффициентом гофрирования сильфона K и необходимой для его формования пластичностью материала δ :

$$\ln(1 + \delta) \geq 0,58 \ln(1 + K). \quad (1)$$

Эта формула получена из условия неразрушения трубки-заготовки в процессе формования из нее сильфона.

Коэффициент гофрирования сильфона количественно выражает фактическое значение достигнутой интенсивности деформации объема материала, претерпевающего наибольшее деформирование при формовании сильфона и ответственного за разрушение трубки-заготовки:

$$K = \frac{D - d_0}{d_0},$$

где D – наружный диаметр сильфона, мм; d_0 – начальный диаметр трубки-заготовки, мм.

Пластичность материала сильфонной трубки-заготовки выражается через предельную интенсивность деформации, которая определяется в процессе испытания ее внутренним гидростатическим давлением в условиях плоского напряженного состояния. При соотношении компонентов напряжений в продольном и окружном направлениях, равном 0,5, пластичность материала сильфонной трубки заготовки определяется в виде

$$\delta = \frac{d_k - d_0}{d_0},$$

где d_k – диаметр испытанной трубки-заготовки, замеренный между точками, равноудаленными от места разрушения, мм; d_0 – начальный диаметр трубки-заготовки, мм.

Значение пластичности материала трубки-заготовки, определенное из выражения (1), гарантирует формование сильфона, но не позволяет избежать наличия необратимых микродефектов, образование которых предшествует общему разрушению материала. Последние имеют тенденцию к прогрессирующему развитию при переменных нагрузках, т.е. в условиях эксплуатации сильфона, что может заметно снизить его ресурс работы. Во избежание появления в материале необратимой дефектности, пластическое деформирование трубки-заготовки в процессе формования сильфонов должно происходить ниже уровня, при котором начинается образование микроразрывов, предшествующих

Т а б л и ц а 1. Зависимость циклопрочности сильфонов от пластичности материала сильфонных трубок-заготовок

Номер партии	Пластичность материала трубок-заготовок в партии δ_{Π}	Номер сильфона	Число циклов до разрушения N	Среднее число циклов N	Коэффициент использования пластичности $k = \frac{\delta}{\delta_{\Pi}}$
I	0,22–0,24	1	11550	15160	0,94
		2	15300		
		3	11100		
		4	23400		
		5	17700		
		6	11910		
II	0,25–0,29	1	28830	23395	0,80
		2	24720		
		3	30540		
		4	19470		
		5	16680		
		6	20130		
III	0,30–0,35	1	21510	25695	0,66
		2	26010		
		3	21420		
		4	35190		
		5	23400		
		6	26640		

общему разрушению материала. У пластичных металлов начало интенсивного образования микроразрывов соответствует локализации деформации, которая известна как начало образования "шейки" [1].

Таким образом, материал сильфонных трубок-заготовок должен обладать определенным запасом по пластичности, который обеспечивает формование сильфона без внесения в материал необратимых дефектов. Увеличение запаса пластичности материала трубок-заготовок должно повышать циклопрочность сильфонов [2].

Настоящее положение экспериментально исследовалось при испытании сильфонов на циклопрочность. Три партии измерительных сильфонов 28 x 10 x 0,2-2-Л80, изготовленные из трубок-заготовок с различной исходной пластичностью в каждой партии, испытывались до разрушения при одном уровне пульсирующей переменной нагрузки ($\sigma_0 = 270$ МПа).

В качестве показателя пластичности как технологического фактора, оказывающего влияние на ресурс работы сильфона, принят коэффициент использования пластичности k , представляющий собой отношение потребного для формования сильфона относительного удлинения материала трубки-заготовки к фактическому.

Результаты испытаний, приведенные в табл. 1, показывают, что циклопрочность сильфонов зависит от исходной пластичности материала трубок-заготовок, возрастая при ее увеличении.

Наиболее ощутимый рост циклопрочности сильфонов наблюдается при

увеличении на 20 % минимально необходимой пластичности, которая требуется для формования сильфона. Большой запас пластичности, при равных условиях, не дает существенного увеличения циклопрочности (рис. 1). Оптимальная технологическая пластичность материала сильфонных трубок-заготовок определяется как $\delta_{\text{опт}} = 1,2\delta$. Это подтверждается также при изготовлении сильфонов различных типоразмеров из материала 36НХТЮ, 12Х18Н10Т, БрБ2.

Введение в технологический процесс изготовления сильфонов указанного требования к пластичности материалов трубок-заготовок позволило в среднем в 1,5–2,0 раза повысить ресурс работы сильфонов.

Таким образом, минимальное значение пластичности материала трубок-заготовок, необходимое для формования сильфонов, должно быть увеличено в 1,2 раза, что обеспечит необходимый запас, гарантирующий формование сильфонов без внесения в материал микродефектов, снижающих ресурс работы сильфонов.

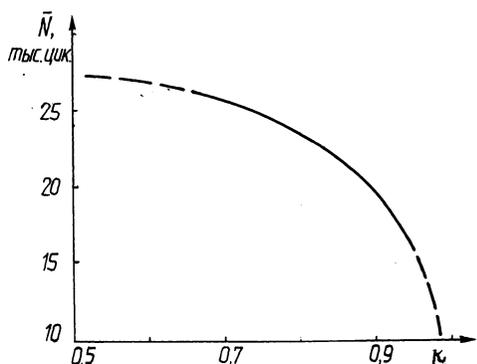


Рис. 1. Зависимость циклической прочности сильфонов от коэффициента использования пластичности (κ) при гидравлическом формовании

ЛИТЕРАТУРА

1. Усталость и хрупкость металлических материалов/В.С. Иванова, Е.С. Гуревич, И.М. Копьев и др. — М.: Наука, 1968. — 216 с. 2. Пластичность и разрушение/В.Л. Колмогорова, А.А. Богатов, Б.А. Мигачев и др. — М.: Металлургия, 1977. — 336 с.

УДК 621.771

М.С. БЕЗВЕРХИЙ, канд.техн.наук,
Н.Г. СЫЧЕВ (БПИ)

ДЕФОРМАЦИЯ ПОЛОСЫ ПРИ ПРОКАТКЕ С ПОПЕРЕЧНЫМ СДВИГОМ

В процессе прокатки с поперечным сдвигом в очаге деформации контактные условия в поперечном сечении полосы различны: на одном крае полосы поперечные силы трения от осевого смещения вала способствуют течению металла в уширение, а на другом, наоборот, препятствуют течению металла в уширение. Суммарные векторы сил трения по краям будут различны. В связи с этим вытяжки и скорости краев полосы различны. Из-за этого возникает ее скручивание на выходе из валков.

Рассмотрим отрезок полосы, вышедшей из валков (рис. 1). Пусть длина ребра $A'B$ полосы больше длины ребра CD :