

Л и т е р а т у р а

1. Кроха В.А. Кривые упрочнения металлов при холодной деформации. - М.: Машиностроение, 1968. - 131 с.
2. Щеглов Б.А., Гловацкий Е.Д., Голованов В.М. Механические свойства тонких листов и труб из стали X18H10T в условиях одноосного и двухосного растяжений. - В сб.: Исследование процессов пластического течения металлов. М.: Наука, 1971, с. 76-84.
3. Государственные стандарты СССР. Трубы металлические и соединительные части к ним. - М.: Стандартгиз, 1978.
4. Расчеты на прочность в машиностроении / С.Д.Пономарев, В.Л.Бидерман, К.К.Лихарев и др. - М.: Машгиз, 1956, т. 1. - 881 с.
5. Шофман Л.А. Теория и расчеты процессов холодной штамповки. - М.: Машиностроение, 1964. - 375 с.
6. Смирнов-Аляев Г.А. Сопротивление материалов пластическому деформированию. - Л.: Машиностроение, 1978. - 368 с.

УДК 621.983:621.787

И.Г.Добровольский, канд.техн.наук (БПИ),
И.С.Сергеев, инженер, В.С.Шляховой,
инженер (НИИтехноприбор, г. Смоленск)

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПЛАСТИЧНОСТИ ЛИСТОВОГО МАТЕРИАЛА, ПРИМЕНЯЕМОГО ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СИЛЬФОННЫХ ТРУБОК-ЗАГОТОВОК

Для изготовления сильфона заданной конфигурации материал трубки-заготовки должен обладать определенной пластичностью, которая обеспечивает формование сильфона без разрушения. Пластичность материала, определяемая в результате механических испытаний сильфонных трубок-заготовок внутренним гидростатическим давлением [1], является важнейшей технологической характеристикой трубок-заготовок и во многом предопределяется пластичностью исходного металла. При существующей технологии исходным материалом в большинстве случаев являются полосы и ленты толщиной от 0,3 до 2,0 мм в состоянии заводской поставки.

Для получения трубок-заготовок с регламентированной пластичностью исходный листовый материал должен обладать определенными свойствами, которые оцениваются в результате механических испытаний. Между результатами испытаний листово-

го материала и сильфонной трубки-заготовки должна быть установлена возможная корреляционная связь, что позволит выработать количественные критерии пригодности исходного материала для изготовления сильфонных трубок-заготовок.

Поставка листового материала, применяемого для изготовления сильфонов, производится в соответствии с требованиями, внесенными в Государственный стандарт СССР. Действующие стандарты предусматривают определение механических свойств в результате испытаний на растяжение по ГОСТ 11701-66 на коротких образцах и по ГОСТ 1497-73 на длинных образцах, а также на вытяжку сферической лунки по ГОСТ 10510-80. Из названных видов испытаний более предпочтительным следует считать метод испытания на вытяжку сферической лунки (испытание по Эриксену), поскольку испытание сильфонных трубок-заготовок и оценка технологической пластичности их материала производится в условиях двухосного растяжения, что тождественно схеме напряженного состояния при вытяжке сферической лунки. В работе [2] указывается, что испытание на двухосное растяжение является наиболее приемлемым способом построения диаграмм упрочнения для заготовок из листового металла и для тонкостенных трубных заготовок. Кроме того, испытание по Эриксену достаточно просто при реализации.

Целью испытания исходного листового материала, применяемого для изготовления сильфонов, является количественное определение его пластичности с последующим заключением о возможности получения из него трубок-заготовок с заданной пластичностью.

В.А.Кроха [3] приводит данные обобщения серии исследований по испытанию десяти сортов спокойной и кипящей стали, выполненных на заводах и в институтах Франции международной исследовательской группой по вопросам глубокой вытяжки (International Deep Drawing Research Gruppe - IDDRG), в результате которых установлено, что между штампуемостью, определяемой испытанием по Эриксену, и показателем деформационного упрочнения существует корреляционная зависимость (рис. 1). Показатель деформационного упрочнения n , используемый при степенной аппроксимации кривых упрочнения

$$\sigma_s = m \epsilon^n, \quad (1)$$

характеризует способность металлов к упрочнению в процессе пластической деформации [3]. Его величина при растяжении имеет функциональную связь с относительным сужением после разрыва Ψ и численно равна максимальному равномерному удлинению ϵ_p .

Естественно предположить, что должна существовать корреляционная связь между глубиной выдавленной лунки IE и относительным удлинением материала трубки-заготовки δ , количественно характеризующим его технологическую пластичность и определяемым по результатам испытания последних внутренним гидростатическим давлением. Для установления искомой связи были проведены испытания сильфонных трубок-заготовок $d = 20$ мм из материалов, используемых для изготовления измерительных сильфонов по ГОСТ 21482-76: 12X18H10T, Л80, БрБ2 и 36НХТЮ, прошедших различную термообработку, что обеспечило различие их исходных пластических свойств.

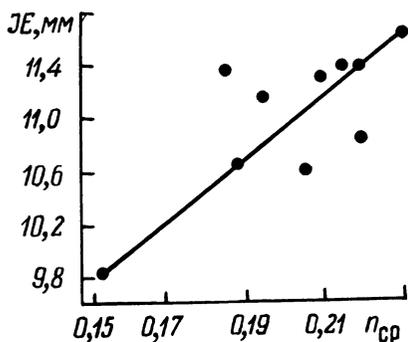


Рис. 1. Зависимость между средним показателем деформационного упрочнения по трем направлениям относительно направления прокатки $\eta_{ср}$ и глубиной вытянутой лунки IE при испытании по Эриксену.

Одна половина по длине исходной трубки-заготовки испытывалась внутренним гидростатическим давлением. Из второй половины были изготовлены плоские образцы путем разреза вдоль образующей трубки-заготовки и выпрямления ее в плоское состояние. Плоские образцы испытывались по методу Эриксена (по ГОСТ 10510-80) на установке МТЛ-10Г. Проводились также испытания сварных трубок-заготовок с предварительным испытанием исходной ленты.

Испытания двух типов образцов дали тождественные результаты, которые приведены на рис. 2.

Представленная зависимость выражается эмпирической формулой

$$IE = 5,5 + 0,125 \delta, \quad (2)$$

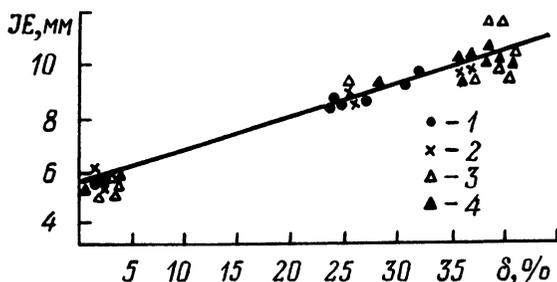
где IE - глубина вытянутой лунки, мм; δ - относительное удлинение материала сильфонных трубок-заготовок при испытании внутренним гидростатическим давлением, %.

Непосредственное сопоставление результатов, приведенных на рис. 1 и 2, затруднено, поскольку в качестве количественной меры пластичности материала по оси абсцисс отложены различные показатели. Тем не менее можно считать, что полученные

результаты (рис. 2) тождественны приведенным на рис. 1 по следующим признакам: зависимость между пластичностью материала и глубиной вытянутой лунки линейная в обоих случаях; значения глубины вытянутой лунки материала с низкой пластичностью (например, нагартованный материал) практически совпадают в трех рассматриваемых случаях.

Необходимо отметить, что полученная эмпирическая зависимость (2) относится к случаю, когда материал сильфонной трубки-заготовки и листовой материал находятся в одинаковых условиях, т. е. поставка материала, толщина стенки и предшествующий вид термомеханической обработки одинаковы. В процес-

Рис. 2. Зависимость между пластичностью материала сильфонных трубок-заготовок δ и глубиной вытянутой лунки IE при испытании листового материала по Эриксену:
1 - 36НХТЮ; 2 - 12Х18Н10Т;
3 - БрБ2; 4 - Л80.



се изготовления сильфонной трубки-заготовки из исходного материала последние два условия не соблюдаются. Зависимость (2) в этом случае должна быть уточнена коэффициентами, учитывающими изменение пластичности материала в процессе изготовления трубок-заготовок.

Л и т е р а т у р а

1. Добровольский И.Г., Шляховой В.С. Метод испытания сильфонных трубок-заготовок. - Настоящий сборник, с.85 - 90.
2. Шофман Л.А. Теория и расчеты процессов холодной штамповки. - М.: Машиностроение, 1964. - 375 с.
3. Кроха В.А. Упрочнение металлов при холодной пластической деформации. Справочник. - М.: Машиностроение, 1980. - 157 с.