

ЛИТЕРАТУРА

1. Колмогоров В.Л. Механика обработки металлов давлением. — М., 1986. — 688 с. 2. Малинин Н.Н. Прикладная теория пластичности и ползучести. — М., 1975. — 400 с.

УДК 621.77.01

И.Г.ДОБРОВОЛЬСКИЙ, В.П.СЕМЕНОВ,
В.С.ШЛЯХОВОЙ

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МЕХАНИЧЕСКИХ СПОСОБОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СИЛЬФОНОВ

При производстве гибких металлических рукавов значительной длины в настоящее время применяются механические способы изготовления тангенциально-гофрированных оболочек, основывающиеся на радиальной осадке трубчатой заготовки с помощью специального давилного инструмента. При этом предполагается формообразование сравнительно толстостенных труб с невысоким коэффициентом гофрирования:

$$\frac{s_0}{d_0} \geq 0,01; k = \frac{D_H - d_{ВН}}{d_{ВН}} \leq 0,3,$$

где s_0 и d_0 — исходные толщина и диаметр трубчатой заготовки; D_H и $d_{ВН}$ — наружный и внутренний диаметры гофрированной оболочки.

В настоящее время возникла необходимость получения сильфонов с большим числом гофров (более 100), т.е. по длине приближающихся к металлическим рукавам, но с более высоким коэффициентом гофрирования ($k \geq 0,5$) при меньших толщинах исходного материала ($s_0/d_0 < 0,01$). Получение указанных сильфонов традиционным механогидравлическим способом технически сложно. В настоящей работе рассматриваются возможности механических способов изготовления сильфонов с указанными характеристиками.

Решение данной задачи связано с выбором оптимальных схем нагружения заготовки, обеспечивающих более высокую предельную степень деформирования за счет обеспечения сжимающих компонент тензора напряжений в очаге деформации. При этом сжимающие напряжения должны быть меньше вызывающих потерю устойчивости оболочки.

Наибольшая радиальная степень деформирования определяется предельно-прочностной пластичностью материала e_p , которая в свою очередь зависит от схемы напряженного состояния и может быть оценена по выражению [1]:

$$e_p = (1,6 - 0,6\Gamma) \epsilon_p,$$

где Γ — показатель жесткости схемы деформирования; ϵ_p — предельная деформация, полученная при испытаниях на растяжение плоского образца (одноосное напряженное состояние).

Представив процесс образования гофров состоящим из суммы сравнительно простых и монотонных составляющих, описываемых известными и несложными зависимостями, введем обозначение

$$\sigma_i / \sigma_{\theta_i} = a_i,$$

где σ_i и σ_{θ_i} — главные напряжения (в осевом и окружном направлениях).

При плоском напряженном состоянии (радиальные напряжения пренебрежительно малы) зависимость для определения жесткости схемы деформирования будет иметь вид [2]:

$$\Pi_i = \frac{1 + a_i}{\sqrt{1 + a_i + a_i^2}}.$$

Используя известные соотношения теории пластичности и условие постоянства объема, получаем характерное соотношение

$$\frac{2b_i + 1}{b_i - 1} = a_i,$$

где b_i — отношение радиальной деформации к окружной:

$$b_i = \epsilon_{S_i} / \epsilon_{\theta_i}.$$

Таким образом, при известных соотношениях деформаций по толщине стенки ($\epsilon_{S_i} = \ln S_i / S_0$) и деформаций в окружном направлении ($\epsilon_{\theta_i} = \ln d_i / d_0$) может быть определена степень деформирования на каждом из участков исходя из предельно-прочностной пластичности материала:

$$\epsilon_p \geq \epsilon = \sum_{i=1}^n \epsilon_i; \epsilon_i = 1,156 / \epsilon_{\theta} / \sqrt{1 + b_i + b_i^2}.$$

Наибольшее распространение при производстве сильфонов и металлических рукавов получил способ осадки трубчатой заготовки инструментом с постоянными формой и размерами рабочей части. При исследовании технологических возможностей этого способа определено, что предельная степень деформации в окружном направлении не превышает 0,7 интенсивности деформаций, полученных при испытаниях на одноосное растяжение, т.е. не более $\epsilon_{\theta} = 0,28$ при $\epsilon_p = 0,40$.

Большими потенциальными возможностями обладает процесс, в котором форма и размеры инструмента изменяются в процессе деформирования в соответствии с условиями

$$\epsilon_{\theta} \approx -\epsilon_i; \epsilon_s \approx 0.$$

Тогда $b_i = 0$, $d_i = 1$, $\Pi_i = 0$, $\epsilon_{\theta} = -1,38\epsilon_p$, и при $\epsilon_p = 0,4$ окружная деформация может достигнуть значения $\epsilon_{\theta} \approx -0,55$, что соответствует заданным требованиям.

В данном случае инструмент выполняется в виде оправки с подвижными опорными кольцами, между которыми образуется впадина гофра под воздействием усилия, прикладываемого к трубке посредством ролика шириной, соответствующей шагу радиальной подачи.

Таким образом, анализ существующих способов механической осадки труб (процессов накатки канавок) с целью использования для изготовления сильфонов с высокими степенями гофрирования ($\epsilon_\theta > 0,5$) показал ограниченность их технологического применения. Достоинство предложенного процесса накатки гофров заключается в возможности управления соотношением компонент деформаций в процессе деформирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Смирнов - Аляев Г.А. Сопротивление материалов пластическому деформированию. — 3-е изд., перераб. и доп. — Л., 1978. — 368 с. 2. Шляховой В.С. Разработка и внедрение технологии изготовления сильфонных трубок с регламентированными свойствами: Дис. ...канд. техн. наук. — М., 1983. — 216 с.

УДК 621.762

Л.А.ИСАЕВИЧ, А.А.ВЕРЕМЕЙЧИК

ОДНОСТОРОННЕЕ ПРЕССОВАНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОРОШКОВ

Рассмотрим осесимметричную задачу одностороннего прессования порошковых брикетов. Порошковую среду принимаем однородной, изотропной, сжимаемой, жесткопластической и упрочняющейся. Напряженно-деформированное состояние порошка определим в цилиндрической системе координат x, φ, z (рис. 1).

В качестве допущений принимаем, что внешнее трение в процессе деформирования отсутствует и радиальное перемещение уплотняемого порошка равно нулю. Следовательно, напряженное состояние в очаге деформации является однородным и распределение пористости также однородно, т.е. параметр θ_1 представляет собой среднюю по деформированному объему пористость.

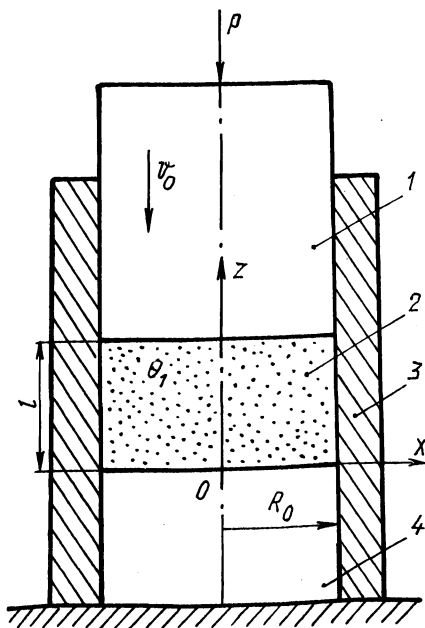


Рис. 1. Схема процесса одностороннего прессования порошковых брикетов:
1, 4 — верхний и нижний пуансоны;
2 — порошок; 3 — матрица