

**Верхняя оценка деформирующей силы**

Студент гр.79-18 Ахмаджонов Ё.Д.

Научный руководитель - Юсупов А.А.

Ташкентский государственный технический университет  
г. Ташкент

Штамповка из листовых заготовок и оболочек (листовая штамповка) - широко распространенная прогрессивная технология в машиностроении.

При разработке технологических процессов штамповки необходимо определять: возможность формоизменения за один переход без разрушения заготовки [1] силовые и энергетические параметры, необходимые для расчета на прочность штамповой оснастки и выбора технологического оборудования [2]. Эти задачи успешно решают в процессе выполнения той или иной операции на основе экспериментальных исследований, производственного опыта и анализа напряженно-деформированного состояния заготовки согласно теории пластичности.

Схемы вытяжки приведены на рис. 1. На рис. 1 и 2 видно, что заготовка может быть листовой или в виде оболочки (стакана, коробки и др.). Для протягивания заготовки через матрицу необходимо создать растягивающие напряжения в стенках и во фланце в сечениях, эквидистантных контуру пуансона. Важным технологическим параметром при вытяжке стакана из листовой заготовки является коэффициент вытяжки  $k = D/d_1$ , где  $D$  - первоначальный диаметр листовой заготовки;  $d_1$  - диаметр вытягиваемого стакана.

Пластическая деформация сосредоточена во фланце вытягиваемого цилиндрического стакана. Поле скоростей деформаций для случая плоско деформированного состояния задано выражением

$$V_r^* = -\frac{C}{r}; \quad V_\varphi^* = V_z^* = 0$$

Скорости деформации

$$\xi_r^* = -\xi_\varphi^* = \frac{C}{r^2}$$

Произвольную постоянную  $C$  определяют из граничных условий  $V_r^* = V_c$  при  $r = r_1$  тогда  $C = V_0 r_1$  и  $V_r^* = -V_0 \frac{r_1}{r}$ .

Интенсивность угловых скоростей деформаций

$$H^* = 2V_c \frac{r_1}{r^2}$$

Верхняя оценка удельной деформирующей силы может быть определена выражением (с учетом  $\tau_k = \mu \frac{4Q}{\pi(d_2^2 - d_1^2)}$ , где  $\mu$  - коэффициент кулонова трения на контактной поверхности фланца заготовки с матрицей и прижимом).

$$\frac{P}{G_s} = \frac{2}{r} \ln \frac{d_2}{d_1} + \frac{4\mu Q}{\pi(d_2 + d_1)\delta} \quad (1)$$

Выражение (1) позволяет определить предельный коэффициент вытяжки, деформирующую силу и работу деформации на первом переходе.

Для последующих операций, например, реверсивной вытяжки, (рис. 2) скорость течения на части заготовки, перетягиваемой через матрицу, определяют аналогичным первому переходу, выражением

$$V_r^* = -V_0 \frac{r_1}{r} \quad (2)$$

Отличие состоит в том, что если на первом переходе  $r_2$  ( $d_2$ ) являются переменными, то на втором  $-r_2$  ( $d_2$ ) постоянны на большей части хода.

Верхняя оценка удельной деформирующей силы с учетом изгиба на кромках матрицы и пуансона определяют по выражению

$$\frac{P}{G_s} = \frac{2}{\sqrt{3}} \ln \frac{d_1}{d_2} - \frac{4Q}{\pi(d_1+d_2)\delta} + \frac{(2r_n+r_M)}{4r_n r_M} \quad (3)$$

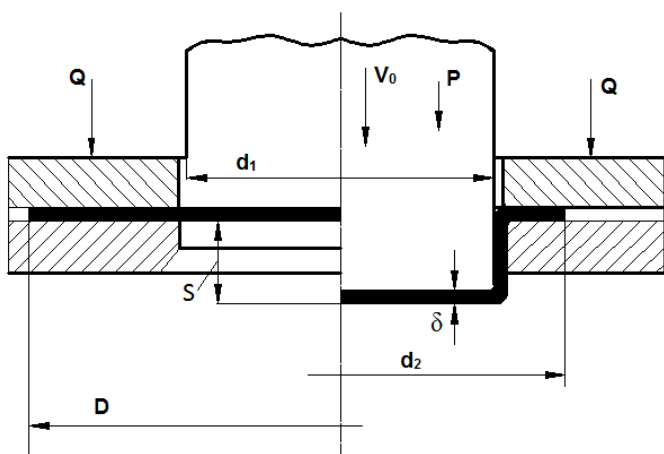


Рис.1. Первый переход вытяжки.

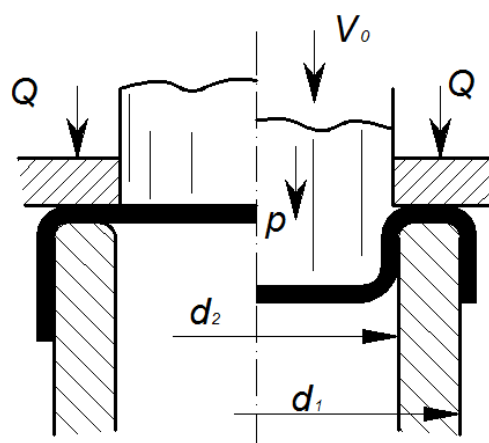


Рис.2. Реверсивная вытяжка.

Если радиусы скругления кромок соизмеримы с толщиной листа, и назад изгиба на предельный коэффициент вытяжки на последующие переходах весьма значителен.

**Вывод.** На основании проведенных теоретических исследований предложена обобщенная методика расчета энергосиловых параметров, необходимых для проектирования процессов листовой, штамповки.

#### Литература

1. Огородников В.А. Оценка деформируемости металлов при обработке давлением. Киев: Вища школа. 1983. 175 с.
2. Е.А.Попов, В.Г.Ковалев, И.Н.Шубин. Технология и автоматизация листовой штамповки. Изд. МГТУ имени Н.Э.Баумана, 2000. 478 с.