

РАСЧЕТ КОМПЕНСАТОРА ПРИ ТОЧНОЙ ШТАМПОВКЕ ВЫДАВЛИВАНИЕМ

М. М. Буслов

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Беларусь*

Научный руководитель М. Н. Верещагин

Способ безоблойной штамповки позволяет получить точную поковку с минимальными припусками под последующую обработку резанием. При безоблойной штамповке объем исходной заготовки должен быть равен объему готовой штамповки. Однако требование равенства объемов исходной заготовки и поковки практически невыполнимо в связи с разбросом допусков исходного материала. В связи с этим необходимы дополнительные мероприятия, которые обеспечивали бы возможность успешной безоблойной штамповки при наличии неточных по объему заготовок. К числу таких мероприятий относится применение штампов с дополнительной полостью (называемых магазином или компенсатором), в которую удаляется излишний объем металла заготовки в конце рабочего хода пресса. Магазин (компенсатор) располагается в той части полости штампа, которая заполняется в последнюю очередь.

Рассмотрим методику расчета размеров компенсатора на примере операции прямого выдавливания [1], [2].

При жестко заданных размерах утолщенной части поковки используют магазин (компенсатор) со свободным затеканием избыточного металла в увеличенную по длине стержневую часть штамповки.

Таким образом, получаем штамповку с точными размерами утолщенной части и переменной длиной стержня.

При жестко заданных размерах утолщенной части и стержня поковки применяют наружный компенсатор с подпором или внутренний компенсатор.

Конструкция внешнего компенсатора с подпором показана на рис. 1.

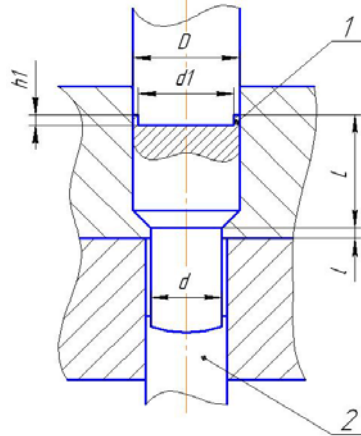


Рис. 1. Схема внешнего компенсатора:
1 – компенсационная полость; 2 – выталкиватель

Затекание излишнего металла в магазин (компенсатор) происходит только после оформления контура поковки. При этом должно выполняться условие

$$p_k > p, \quad (1)$$

где p_k – удельное усилие для затекания металла в компенсатор; p – удельное усилие штамповки (выдавливания).

Удельное усилие прямого выдавливания находим по зависимости [3]:

$$p = \sigma_{T2} \left(\frac{\mu_2}{\sin \gamma} + \frac{2}{1 + \cos \gamma} \right) \ln \frac{F}{f} + \sigma_{T3} \frac{2L}{D} + \sigma_{T1} \frac{4\mu_1 l}{d}, \quad (2)$$

где $\sigma_{T1}, \sigma_{T2}, \sigma_{T3}$ – сопротивление металла деформации на калибрующем пояске, конической части и приемнике; μ_1, μ_2 – коэффициент трения на коническом участке и калибрующем пояске; L, D – длина и диаметр утолщенной части штамповки; l, d – длина и диаметр калибрующего пояска; F, f – площадь поперечного сечения утолщенной части и стержня штамповки; 2γ – угол конической части матрицы.

Компенсатор (магазин) с подпором располагается в пуансоне, и затекание металла в него происходит после выдавливания и оформления торца стержневой части поковки.

Для расчета удельного усилия, при котором происходит затекание металла во внешний компенсатор, воспользуемся зависимостью [3]:

$$p_k = \beta \sigma_T \left(1,5 + \frac{1}{1 - \frac{d_1^2}{D^2}} \ln \frac{D}{d_1} + \frac{2}{\sqrt{3 \frac{d_1}{D} \left(1 - \frac{d_1^2}{D^2} \right)}} \right), \quad (3)$$

где d_1 – внутренний диаметр компенсатора.

Приравниваем выражения (2) и (3) и, решая относительно d_1 , находим размеры компенсатора с подпором.

Общий вид внутреннего компенсатора приведен на рис. 2.

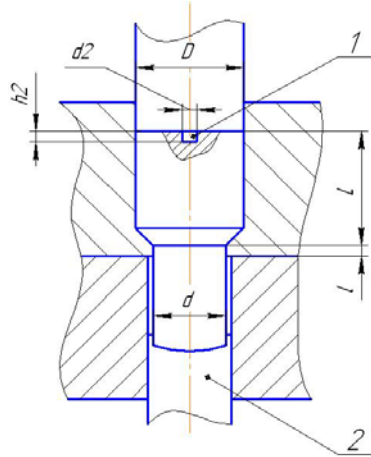


Рис. 1. Схема внутреннего компенсатора:
1 – компенсационная полость; 2 – выталкиватель

Деформацию металла в приемнике и изменение размеров компенсатора будем рассматривать как осадку трубной заготовки, помещенной в жесткую обойму. Суммарное удельное усилие при этом будет равно [4]:

$$p_k = \sigma_t a \left(1,1 + \frac{2\bar{R} + 1}{3(\bar{R} + 1)} \left(2\mu_1 \bar{r} (\bar{R} - 1) + 1,3 \lg \left(\frac{\bar{R}^2 + \sqrt{3 + \bar{R}^4}}{3} \right) \right) \right) + \frac{2\mu_2 \bar{R}}{r(\bar{R}^2 - 1)} \sigma_t, \quad (4)$$

где σ_t – предел текучести; μ_1, μ_2 – коэффициент трения на контактной и боковой поверхности заготовки; a – коэффициент.

$$\bar{R} = \frac{R}{r_2}, \quad \bar{r} = \frac{r_2}{h_2}, \quad (5)$$

здесь R – радиус утолщенной части штамповки; r – радиус внутреннего компенсатора. Это выражение можно привести к виду

$$p_k = \left(1,1 + \frac{2R + r}{3(R + r)} \left(2\mu_1 \frac{R - r}{h} + 0,565 \lg \left(\frac{\bar{R}^2 + \sqrt{3r^4 + \bar{R}^4}}{3r^2} \right) \right) \right) \sigma_r + \frac{2Rh\mu_2\sigma_t}{R^2 - r^2} \sigma_t. \quad (6)$$

Затекание металла во внутренний компенсатор будет происходить только после полного выдавливания стержневой части штамповки и оформления торцевой части, т. е. при условии

$$p_b \geq p. \quad (7)$$

Подставляя значения из зависимостей (4) и (6) и решая относительно r , найдем размеры внутреннего компенсатора.

При полугорячей штамповке детали «корпус распылителя» для дизельных двигателей имеем следующие исходные данные.

Размеры штамповки:

$$D = 17,5 \text{ мм}; d = 9,6 \text{ мм}; L = 27,5 \text{ мм}; l = 2 \text{ мм}; \gamma = 50^\circ.$$

Принимаем коэффициент трения металла в приемнике $\mu_1 = 0,1$; на остальных участках формоизменения $\mu_1 = 0,5$. Сопротивление деформации при температуре штамповки 800°C находим согласно работе [5]. Выбираем $\sigma_T = 290 \text{ МПа}$. Принимаем сопротивление металла деформации по всем участкам одинаковым.

Расчеты показали, что кольцевой компенсатор с подпором, расположенный в пуансоне, имеет следующие размеры $D = 17,0 \text{ мм}$, $d_1 = 13,0 \text{ мм}$. Тогда толщина заусенца равна 2 мм и высота до 10 мм . Размеры внутреннего компенсатора соответственно составляют $d_1 = 6 \text{ мм}$, $h = 10 \text{ мм}$.

Предложена методика расчета размеров компенсатора, в результате расчета по которой получены размеры компенсатора при закрытой штамповке выдавливанием конкретной детали.

Л и т е р а т у р а

1. Поксеваткин, М. И. Применение внутреннего компенсатора при горячей штамповке выдавливанием / М. И. Поксеваткин, М. В. Филиппова, В. Н. Перетяцько // Вестн. гор.-металлург. секции РАЕН. Отд.-ние металлургия : сб. науч. тр. / Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк, 2007. – Вып. 14. – С. 118–122.
2. Перетяцько, В. Н. Расчет компенсатора при точной штамповке выдавливанием / В. Н. Перетяцько, М. В. Филиппова // Металлургия: Технология, управление, инновация, качество : сб. тр. Всерос. науч.-практ. конф. / Сиб гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк, 2007. – С. 146.
3. Сторожев, М. В. Теория обработки металлов давлением : учеб. для вузов / М. В. Сторожев, Е. А. Попов. – М. : Машиностроение, 1977. – 423 с.
4. Шофман, Л. А. Основы расчета процессов штамповки и прессования / Л. А. Шофман. – М. : Машгиз, 1961. – 340 с.
5. Перетяцько, В. Н. Выбор оптимальной температуры нагрева заготовки для полугорячей штамповки / В. Н. Перетяцько, М. В. Филиппова // Изв. вузов. Чер. металлургия. – 2006. – № 6. – С. 16–19.