

## ОДНОПЕРЕХОДНАЯ ШТАМПОВКА БОЛТОВ С ФАСОННОЙ ПОЛОСТЬЮ В ГОЛОВКЕ

К.Ю. Дунаев, М.И. Поксеваткин, К.С. Савостина, Ю.Е. Казанцева

*Рассмотрены процессы штамповки болтов с фасонной полостью в головке. Предложен однопереходный способ штамповки, который обеспечивает прочностные свойства и качество поковки.*

*Ключевые слова: осадка; прошивка; высадка; формовка; стержневые детали; внутренний шестигранник.*

Расширение метизной промышленности требует создания новых технологий изготовления винтов (болтов) с внутренними полостями под ключ, будь то шестигранник (ГОСТ 11738-84; DIN 912), звездочка (Тогах) или др. фасонное отверстие (рис. 1).



Рисунок 1 – Разновидности болтов с фасонной полостью в головке

В большинстве случаев при штамповке болтов относительная длина высадки головки болта превосходит допустимую по условию продольной устойчивости:

$$\psi = l_g/D \leq \psi_0, \quad (1)$$

где  $\psi$  – относительная длина высадки;  $l_g$  – длина высадки;  $D$  – диаметр заготовки;  $\psi_0$  – допустимая относительная длина высадки.

Для расчета  $\psi_0$  используют известные формулы [1], которые после преобразования могут быть представлены в виде соотношения

$$\psi_0 = q \cdot (4,84 \cdot \sqrt{n} - 5,7 \cdot \operatorname{tg}(\gamma)) \leq 2,7, \quad (2)$$

где  $q$  – коэффициент, учитывающий величину диаметра ( $D$ ) заготовки;  $q = 0,85 \div 1,0$  при  $D < 50$  мм,  $q = 1,0$  при  $D \geq 50$  мм;  $n$  – коэффициент упрочнения, определяемый по кривой упрочнения для данного материала и соответствующих температурно-скоростных режимах высадки;  $\gamma$  – угол скоса торца заготовки  $\gamma = 0^\circ \div 6^\circ$ .

Обычно при производстве болтов вначале осуществляют набор металла в конической полости пуансона, а в следующем переходе прошивают отверстие под ключ.

Разработан способ однопереходной штамповки стержневых деталей с полостью в утолщении [2], позволяющий совместить наборный переход с прошивкой полости в утолщении и формовкой головки винта.

В первой стадии процесса набора металла, прошивки и формовки головки винта одновременным воздействием на заготовку пуансона и прошивня обеспечивается соосное фиксирование заготовки относительно пуансона, прошивня и полости матрицы за счёт контактных сил трения, возникающих на всей торцевой поверхности заготовки, поэтому при прошивке (вторая стадия процесса) протекает равномерная раздача металла в радиальном направлении и благоприятное заполнение полости штампа при формовке (третья стадия процесса), что гарантирует высокое качество деталей.

Схема способа показана на рисунке 2:

а - исходное положение штампа;

б - положение штампа в момент завершения высадки и прошивки утолщения;

в - положение штампа в момент окончания формовки.

Реализация способа осуществляется следующим образом.

Деформируемую часть заготовки 1 размещают в полости 2 матрицы 3. Затем осуществляют высадку, прошивку, формовку одновременным воздействием на заготовку пуансона 4 и прошивня 5, которые размещены в обойме 6. Обойма 6 и прошивень 5 закреплены на верхней плите 7 штампа (рис. 2, а). В процессе деформирования к пуансону 4 прилагают усилие противодействия упругого элемента 8, равное по величине усилию высадки утолщения, и смещают его в осевом направлении, противоположном движению прошивня 5, на величину, равную глубине прошиваемой полости 9. К моменту окончания высадки и прошивки пуансон 4 своей задней торцевой поверхностью 10 доходит до упора 11, выполненного в виде цилиндрического утолщения на прошивне 5 (рис. 2, б). После этого осуществляют формовку утолщения 12, в процессе которой пуансон 4 перемещают как одно целое с прошивнем 5. Полученную деталь 13 удаляют выталкивателем (рис. 2, в).

Отштампована опытная партия болтов из стержневой заготовки диаметром  $D=12$  мм длиной 94 мм. Материал заготовки сталь 40Х. Диаметр утолщения (головки) болта  $D_2=20$  мм, полость в головке шестигранная под ключ  $S=8$  мм глубиной  $h=8$  мм. Высота головки болта  $H_2=12$  мм. Длина деформируемой части заготовки  $l_0=29$  мм, относительная длина  $\psi=l_0/D=2,4 \leq \psi_{\delta}$ , (фор. (2)), что удовлетворяет условию свободной высадки стержневой заготовки (фор. (1)). Температура штамповки  $900^{\circ}\text{C}$ . Деталь получали за один ход пресса модели КА0030 усилием 1МН.

Расчет параметров упругого элемента осуществляют в следующем порядке:

1) определяют усилие окончания высадки

$$P_e = k \cdot \sigma_e \cdot F_k, \quad (3)$$

где  $k$  – коэффициент, выбираемый в зависимости от соотношения размеров утолщения; для практических расчетов при высадке утолщений простой формы коэффициент  $k$  предложено определять по соотношению

$$k = 2 / 2D / H_2, \quad (4)$$

где  $H_2$  - высота головки винта;

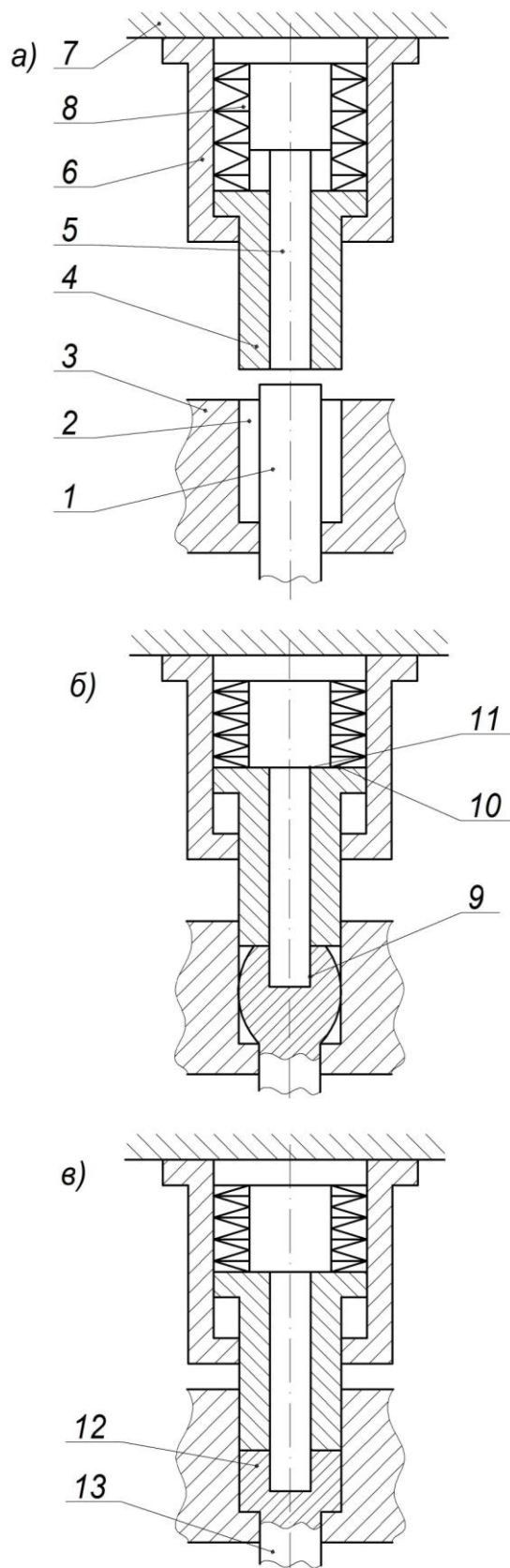


Рисунок 2 – Способ однопереходной штамповки болтов с полостью в головке

$\sigma_e$  - предел прочности при температуре штамповки, МПа;

$F_k$  - площадь торцевой поверхности заготовки к моменту окончания высадки, мм<sup>2</sup>;

$$P_e = 2,2 \cdot 71 \cdot 314 = 49 \text{ кН};$$

2) по усилию высадки выбирают комплект (N) из восьми тарельчатых пружин с наружным диаметром 32 мм; диаметром отверстия 15 мм. Толщина пружины  $t = 2,9$  мм; прогиб пружины  $f = 1,0^{+0,4}_{-0,2}$  мм; усилие сжатия одной пружины  $P = 610$  кгс [3];

3) определяют усилие сжатия комплекта пружин (упругого элемента):

$$P_k = P_{сж} \cdot N = 6100 \cdot 8 = 48,8 \text{ кН},$$

что соответствует усилию высадки в момент её окончания;

4) определяет высоту комплекта пружин в исходном состоянии:

$$h_u = t \cdot N = 2,9 \cdot 8 = 24 \text{ мм};$$

5) определяют величину сжатия упругого элемента к моменту окончания высадки:

$$h_{сж} = f \cdot N = 1,0 \cdot 8 = 8 \text{ мм},$$

что согласуется с величиной смещения пуансона в процессе высадки и прошивки, равной глубине полости в утолщении  $h = 8$  мм.

Стержневую заготовку 1 длиной 94 мм размещают в штампе 3 на выталкивателе таким образом, чтобы длина деформируемой части заготовки 1, равная 29 мм, располагалась в полости 2 матрица 3. При ходе верхней плиты 7 обойма 6, жестко закреплённая на плите 7, пуансон 4, прошивень 5, также закреплённый на плите 7, перемещаются вниз. При этом пуансон 4 отжат в крайнее нижнее положение комплектом тарельчатых пружин до совмещения в одной плоскости торцевых поверхностей пуансона 4 и прошивня 5. В начальный период высадки, прошивки и формовки одновременным воздействием на заготовку пуансона 4 и прошивня 5 обеспечивается соосное фиксирование заготовки 1 относительно пуансона 4 и прошивня 5 за счёт контактных сил трения, возникающих на всей торцевой поверхности заготовки. В этот момент пуансон входит в полость 2 штампа 3 и центрируется в этой полости.

Далее по мере возрастания усилия высадки пуансон 4, преодолевая усилие противодействия упругого элемента 8, смещается в осевом направлении, противоположном движению прошивня 5, на величину 8 мм, равную глубину прошиваемой полости, до упора 11. После этого осуществляется формовка утолщения 12, в процессе которой пуансон 4 и прошивень 5 перемещаются как одно целое, а излишки металла вытесняются в стержневую часть детали 13 в результате смещения выталкивателя, опирающего на упругий элемент (на чертеже не показано).

Полученные болты имели высокие качество поверхности и точность размеров. На поверхности деталей отсутствовали заусенцы; утяжины на кромке полости в головке болта не наблюдались.

Аналогичным образом можно производить штамповку болтов с внутренней полостью под ключ-звездочку и с другими фасонными отверстиями. Благоприятная по структуре поковка придает изделию высокие прочностные характеристики, при этом достигается требуемая точность изделия и качество поверхности.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ковка и штамповка: Справочник. В 4-х т./Ред. Совет: К56 Е.И. Семенов (пред) и др. – М.: Машиностроение, 1986. – Т. 2. Горячая штамповка/Под ред. Е.И. Семенова, 1986
2. Патент №2391172РФ Способ однопереходной штамповки стержневых деталей с полостью в утолщении. Поксеваткин М.И., Бедарев М.В., Мамонтов М.С., Дунаев К.Ю., Поксеваткин Д.М. Опул.бюл.№16 10.06.2010
3. Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке. Л., Машиностроение, 1979

**Дунаев К.Ю.**, аспирант,  
**Поксеваткин М.И.**, к.т.н., профессор  
 каф. МТuО, E.mail:ustkan30@mail.ru  
**Савостина К.С.**, студентка,  
**Казанцева Ю.Е.**, студентка,  
 ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный  
 технический университет им. И.И. Ползунова»