

**Мало- и безотходные технологии штамповки кольцевых поковок**

Шибakov P.B.

Филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет» в г. Набережные Челны  
8(8552) 58-95-58

*Аннотация.* В статье рассмотрены способы мало- и безотходного изготовления кольцевых поковок пластической деформацией управляемым поперечным выдавливанием.

*Ключевые слова:* кольцевая поковка, безотходные технологии, коэффициент использования металла, поперечное выдавливание, штамп.

Изделия кольцеобразной формы являются одним из наиболее распространенных типов деталей, применяемых в машиностроении. Поэтому разработка металлосберегающих технологий формообразования кольцевых поковок является актуальной задачей штамповочного производства.

Как показал анализ, коэффициент использования металла в традиционных технологиях штамповки такого типа поковок находится в интервале  $0,6 \div 0,75$  и зависит от массы поковки, соотношения наружного и внутреннего диаметра, способа формообразования, особенностей геометрии.

Кольцевые поковки получают следующими методами обработки металлов давлением: объемная штамповка на оборудовании различных типов; объемная штамповка – раскатка; вырубка – пробивка из толстолистовых заготовок и др.

Основной причиной нерационального расхода металла при получении кольцевых поковок являются облой, технологические уклоны и «перемычка».

Предлагаются способы, позволяющие нейтрализовать указанные причины образования отходов. Один из них состоит в том, что на первом этапе производят поперечное выдавливание, а затем выдавленную часть заготовки в этом же устройстве срезают кольцевым отрезным элементом, перемещающимся вдоль матрицы.

Устройство для осуществления способа, содержащее штамп с нижней матрицей и пуансоном, снабжено верхней матрицей и кольцевым ножом, а нижняя матрица выполнена с внутренним утолщением, диаметр которого выполнен по размеру наружного диаметра получаемого кольца, внутри нижней матрицы с зазором установлен упор, а штамп помещен в изотермическую ванну.

На рисунке 1 изображена первая стадия процесса (выдавливание);

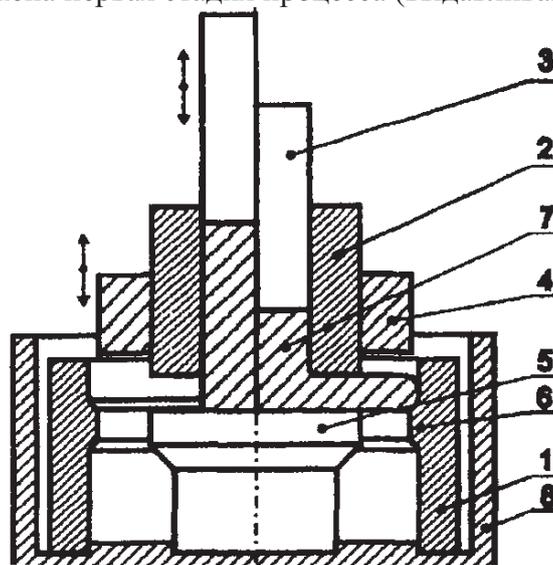
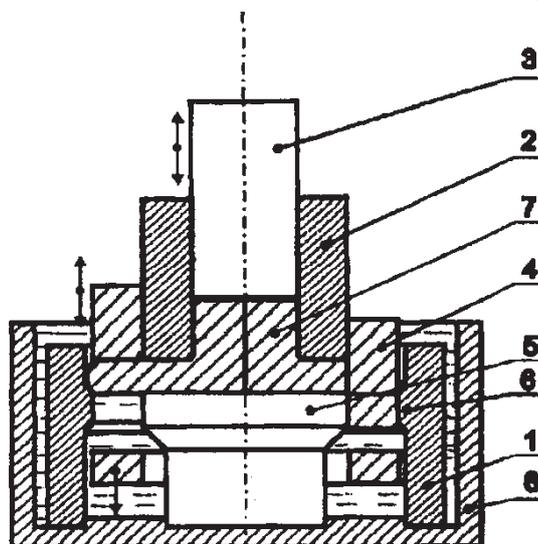


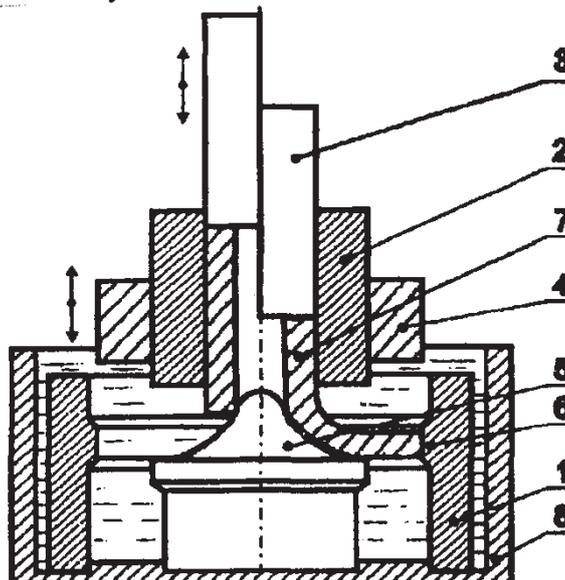
Рисунок 1. Поперечное выдавливание заготовки

На рисунке 2 изображена вторая стадия процесса (редуцирование + отрезка);



**Рисунок 2. Отрезка кольцевой заготовки, совмещенная с редуцированием**

На рисунке 3 изображено осуществление способа с использованием трубной заготовки.



**Рисунок 3. Получение кольцевой заготовки из трубы**

Устройство для осуществления способа содержит верхнюю 2 и нижнюю 1 матрицы, пуансон 3, кольцевой нож 4, упор 5, расположенный с зазором между ним и матрицей 1. Нижняя матрица 1 выполнена с внутренним утолщением 6, размеры которого выбираются из условия обеспечения наружного диаметра получаемого кольца, т.е. диаметр утолщения 6 выполнен по размеру наружного диаметра получаемого кольца.

Внутри матрицы помещается цилиндрическая или трубная заготовка 7. Штампы помещают в изотермическую ванну 8.

Способ осуществляют следующим образом.

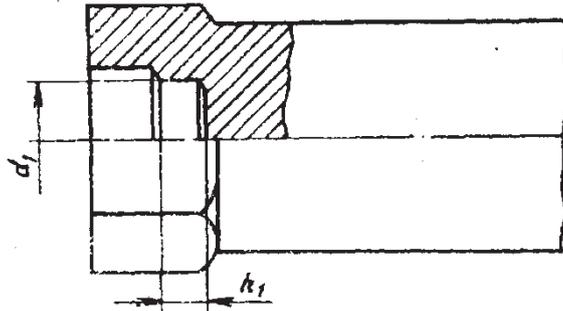
Штампы помещают в изотермическую ванну 8, а цилиндрическую заготовку 7, рассчитанную на получение нескольких колец, помещают в кольцевую матрицу 2 и устанавливают на неподвижный упор 5. Пуансон 3 совершает ход вниз, что приводит к выдавливанию металла в зазор между матрицей 2 и упором 5. Выдавливание происходит до упора металла в матрицу 1. Далее кольцевой нож 4 осуществляет ход вниз и вырезает кольцо из выдавленного металла. При дальнейшем опускании ножа 4 происходит редуцирование кольца между упором 5 и внутренним утолщением 6 матрицы 1. Готовая заготовка падает в тару. Движение пуансона 3 продолжается до соприкосновения его с упором 5, а затем осуществляется ход назад. Далее вторая цилиндрическая или трубная заготовка 7 помещается в матрицу 2 и вы-

давливание продолжается. Так как количество металла заготовок рассчитано на определенное количество колец, то металл первой заготовки полностью расходуется для получения колец, а остаток металла между упором 5 и матрицей 2 продавливается металлом последующей заготовки.

Редуцирование осуществляют одновременно с отрезкой.

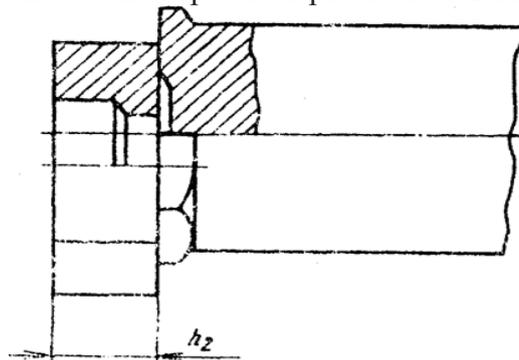
Следующий способ, который рекомендуется использовать для получения кольцевых поковок типа «накидная гайка», состоит в закрытой прошивке полости в прутке с последующей отрезкой прутка от заготовки, длина которой меньше глубины выдавленной полости.

Вследствие того, что при прошивке отрезаемая часть прутка находится непосредственно в ноже, в зоне реза возникают сжимающие напряжения, способствующие образованию ровной торцевой поверхности при отрезке. На рисунке 4 изображен пруток после прошивки отверстия;



**Рисунок 4. Закрытая прошивка отверстия в прутковой заготовке**

На рисунке 5 изображен момент отрезки мерной заготовки;



**Рисунок 5. Отрезка мерной заготовки**

На рисунке 6 изображена накидная гайка для трубопровода после калибровки.



**Рисунок 6. Калибровка поковки**

Способ осуществляется следующим образом.

В прутке 1 прошивают отверстие большего диаметра  $d$ , равного диаметру отверстия под резьбу и глубиной  $h$ . На следующей позиции в торце глухой полости, образовавшейся на первом переходе, производят прошивку отверстия малого диаметра  $d_1$ , определяемого соответствующим стандартом (ГОСТ 9122-67), и глубиной  $h_1$ . Поскольку прошивку отверстий осуществляют в матрице многогранного сечения, то поверхность прутка также принимает многогранное сечение. Затем производят отрезку мерной заготовки высотой  $h_2$ , которая

меньше суммарной глубины прошитых полостей  $h_2 < h + h_1$ .

Отрезанную заготовку многогранного сечения с целью устранения возможных при отрезке искажений формы подвергают калибровке путем редуцирования через матрицу многогранного сечения с последующей осадкой торцевой части, на которой выполнено отверстие малого диаметра. В результате калибровки формируют окончательный размер многогранника под ключ и образуют наружную фаску.

Способ позволяет сэкономить на каждой гайке до 8% металла за счет устранения отхода при образовании на торце гайки отверстия малого диаметра и снизить себестоимость накидных гаек вследствие снижения нормы расхода металла.

Предложенные процессы позволяют избавиться от отходов металла, связанных с образованием «перемычки» и штамповочных уклонов. Коэффициент использования металла при этом возрастает до 0,85-0,95.

Приведенные способы отличаются новизной и защищены патентами РФ.

### **Теоретические и экспериментальные исследования операции горячей штамповки в разъемных матрицах**

д.т.н. проф. Яковлев С.С., к.т.н. Пасынков А.А.  
ФГБОУ ВПО «Тульский государственный университет»  
8 (4872) 35-14-82, mpf-tula@rambler.ru

*Аннотация.* Разработана математическая модель штамповки изделий в разъемных матрицах на универсальном гидропрессовом оборудовании из высокопрочных материалов. Выполнены расчеты давлений материалов при штамповке в разъемных матрицах заготовки крестовины из алюминиевого АМг6 и титанового ВТ6С сплавов. Произведено сравнение экспериментальных результатов исследований с теоретическими.

*Ключевые слова:* выдавливание, разъемные матрицы, сила, пластичность, трение.

При штамповке существенна зависимость режимов технологии и, следовательно, качества изделий от скорости, т.к. деформируемый горячий металл проявляет вязкие свойства. Кроме того, деформирование сопровождается изменениями механической сплошности материала, что определяет качество изделия. Влияние совокупности этих факторов на состояние деформируемого материала будем определять уравнением [1, 2]

$$\sigma_e = A \varepsilon_e^m \xi_e^n (1 - \omega)^p, \quad (1)$$

где  $\sigma_e, \varepsilon_e, \xi_e$  - соответственно эквивалентные напряжения, деформации и скорости деформаций;  $\omega$  - повреждаемость материала заготовки;  $0 \leq \omega \leq 1$ ;  $A, m, n, p$  - константы упрочнения материала.

Влияние деформационного и скоростного упрочнения, а также кинетика повреждаемости материала должны учитываться при проектировании технологии изотермической штамповки. В дальнейшем воспользуемся верхнеграничным методом расчета применительно к жесткоблочным полям скоростей перемещений. При плоской схеме деформаций справедливо энергетическое неравенство

$$qLV_0 \leq \sum \left( \frac{1}{\sqrt{3}} (\sigma_e)_p V_p l_p + \mu \sigma_k V_k l_k \right). \quad (2)$$

Здесь  $q$  - внешнее давление, приложенное на контуре  $L$  заготовки;  $(\sigma_e)_p, \sigma_k$  - эквивалентные напряжения на линиях разрыва скоростей  $l_p$  и на контактных границах трения  $l_k$ ;  $V_0, V_p, V_k$  - скорости перемещения материала на внешнем контуре заготовки, на линиях разрыва и на границах трения соответственно;  $\mu$  - коэффициент трения.