

УДК 621.774

Бондарева Е. Н.  
Алиева Л. И.**МАЛООТХОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВТУЛОК**

Детали со сквозным отверстием (как простой формы, так и сложнопрофилированные изделия) широко распространены в машиностроении. Одной из главных проблем изготовления таких деталей является получение высокого качества продукции с одновременными высокими показателями использования металла, производительности и низкой себестоимостью изделия.

Существует множество способов изготовления полых деталей типа втулок. Наиболее часто применяют следующие способы: получение стакана обратным выдавливанием с пробивкой перемычки, применение плавающих оправок и сферодвижной штамповки для изготовления втулок [1–3]. Однако такие способы не обеспечивают высокий коэффициент использования металла, высокую производительность и качество штамповок.

Известны безотходные способы получения втулок – это процессы комбинированного радиально-прямого выдавливания. Так радиально-прямое выдавливание с центробежным радиальным течением металла позволяет получать детали типа втулок с минимальными энергозатратами [4]. В данном процессе выдавливания появляется дефект формы на торце выдавленной детали в виде «торцевой сферы», а осуществление схемы получения сложного профиля втулки затруднено обеспечением сложного движения рабочего инструмента.

Схема радиально-прямого выдавливания с центростремительным течением металла (на конической оправке) позволяет безотходно получать детали типа втулок разной конфигурации: как гладкие [5] так и сложнопрофилированные изделия [6]. В таком процессе деформирования используется полая заготовка, отрезанная от трубного проката. Хотя номенклатура используемого трубного проката для получения втулок и не ограничена геометрическими параметрами детали, использование трубы повышает себестоимость получаемого изделия в сравнении с использованием круглого проката.

Целью статьи является определение оптимального способа получения плоских торцов изделия и устранения неравномерности распределения интенсивности деформации по меридиальному сечению получаемой втулки.

Особый интерес представляет способ получения втулок из круглого проката способом сквозной прошивки, суть которого в том, что сплошные заготовки 2 загружаются в матрицу 1 на противоположных концах пуансона 4. После чего пуансон 3 начинает двигаться вниз, прошивая заготовки (рис. 1).

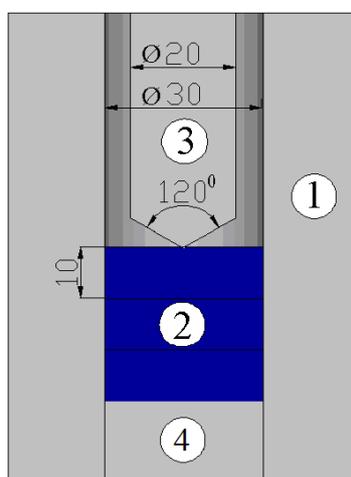


Рис. 1. Процесс сквозной прошивки

Процесс сквозной прошивки был исследован методом конечных элементов в программе Deform 3D. В табл. 1 представлены схемы деформирования (строка 1), распределение интенсивности логарифмической деформации по сечению стенки втулки (строка 2) и контур стенки получаемого изделия (строка 3).

Известно, что использование цилиндрических заготовок с плоскими торцами (табл. 1, схема А1) приводит к образованию такого дефекта как утяжина на торцах получаемой втулки [7]. Установлено, что деформация внешних и внутренних слоев детали происходит неравномерно. Наибольшую деформацию получают внутренние слои втулки (порядка 1,43), а наружные – наименьшую деформацию (порядка 0,8), что является причиной образования дефекта типа утяжины. Таким образом, не обеспечивается получение идеально плоского торца готового изделия. Для устранения выше указанного дефекта применяют несколько способов: использование подготовленных заготовок (с неплоскими торцами) (табл. 1, схемы Б1–Г1) [8, 9] и использование подвижной матрицы, скорость которой равнялась скорости движения деформирующего пуансона (табл. 1, схема Д1) [10]. При использовании заготовки с конусными торцами и подвижной матрицы наблюдается незначительное уменьшение утяжины. При увеличении скорости движения матрицы наблюдалось образование зажима на нижнем торце втулки. Установлено, что торец втулки с наименьшим дефектом типа утяжина получается в результате использования заготовки со сферическим торцом. Однако этот дефект полностью не устраняется.

Предложено использование прямого выдавливания блока втулок после сквозной прошивки (табл. 1, схема Е1) [11]. При этом внешние слои втулки больше прорабатываются, чем внутренние, что обеспечивает равномерное распределение деформации по меридиальному сечению детали (порядка 2,45).

Установлено, что наибольший градиент интенсивности логарифмической деформации наблюдается при использовании подвижной матрицы, конусной и сферической заготовки и составил 2,74, 2,37 и 1,7 соответственно.

Был проведен эксперимент для подтверждения результатов моделирования процесса сквозной прошивки с использованием заготовок с плоскими торцами. Установлено, что на нижних торцах втулки – зоны выхода конического пуансона – наблюдается кольцевой конических выступ, на верхних торцах – кольцевое углубление (рис. 2).



а



б

Рис. 2. Комплект втулок, получаемых в процессе сквозной прошивки

Рис. 3. Дефект утяжина, полученный на верхнем (а) и нижнем (б) торце втулки

Распределение интенсивности деформации  $\epsilon_i$  по сечению втулки и форма получаемой стенки втулки в зависимости от схемы деформирования

	А	Б	В	Г	Д	Е
	Заготовки с плоскими торцами	Заготовки с конусными торцами	Заготовки со сферическими торцами	Заготовки с конусными торцами	С движущейся матрицей	Прямое выдавливание после сквозной прошивки
1.						
2.						
3.						

Это подтверждает, что сквозная прошивка происходит без поперечного разрыва волокон. Конический пуансон внедряется в тело заготовки и при последующем ходе раздвигает слои металла, при этом направления волокон металла повторяют контур получаемой детали. Таким образом внутренние слои втулки сильнее увлекают за деформирующим пуансоном чем наружные, в результате чего образуется дефект типа утяжины (рис. 3).

### ВЫВОДЫ

Установлено, что в процессе сквозной прошивки для получения гладкой втулки с плоскими торцами целесообразно использовать калиброванные заготовки со сферическими торцами или последующее прямое выдавливание блока втулок.

Установлено, что использование прямого выдавливания блока втулок после сквозной прошивки обеспечивает равномерное распределение деформации по сечению изделия. Это позволяет получить более качественные и износостойкие изделия, в сравнении с использованием калиброванных заготовок.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Разработка технологических процессов холодной объемной штамповки деталей типа тонкостенных втулок с учетом пластических свойств* / [Филиппов Ю. К., Рагулин А. В., Миронов В. А., Червоная О. Н.] // Удосконалення процесів і обладнання обробки тиском в металургії і машинобудуванні : зб. наук. праць. – Краматорськ-Хмельницький, 2002. – С. 69–74.
2. Кондо К. *Повышение точности поковок, изготавливаемых холодной объемной штамповкой* / К. Кондо // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. – 2000. – № 5. – С. 28–32.
3. Алиев И. С. *Развитие локальных методов обработки металлов давлением* / И. С. Алиев, В. А. Матвийчук // Обработка материалов давлением : сб. науч. трудов. – 2008. – № 1 (19). – С. 201–206.
4. Пат. 67960 А України, МПК7 В21 К21/00, В21К 23/00. *Спосіб видавлювання порожнистих деталей з фасонною бічною поверхнею* / Алиев І. С., Савченко О. К., Алиева Л. І., Чучин О. В. ; заявник та патентовласник Донбаська державна машинобудівна академія. – № 2003076832 ; заявл. 21.07.2003 ; опубл. 15.07.2004, Бюл. № 7.
5. Пат. 38879 Україна, МПК В21 К21/00. *Спосіб виготовлення порожнистих деталей* / Алиев І. С., Алиева Л. І., Жбанков Я. Г., Куценко С. В. ; заявник та патентовласник Донбаська державна машинобудівна академія. – № u200809685 ; заявл. 24.07.2008 ; опубл. 26.01.2009, Бюл. № 2.
6. Пат. 32229 Україна, МПК В21 К21/00. *Спосіб виготовлення порожнистих деталей* / Алиев І. С., Алиева Л. І., Жбанков Я. Г. ; заявник та патентовласник Донбаська державна машинобудівна академія. – № u200714594 ; заявл. 24.12.2007 ; опубл. 12.05.2008, Бюл. № 9.
7. Алиева Л. И. *Моделирование малоотходной штамповки полых деталей из сплошных заготовок* [Электронный ресурс] / Л. И. Алиева, Е. Н. Бондарева, Я. Г. Жбанков // Научный Вестник ДГМА : сб. науч. трудов. – 2010. – № 1 (6Е). – С. 15–21. – Режим доступа: [http://archive.nbuv.gov.ua/e-journals/VDDMA/2010\\_1/article/10ALIFSB.pdf](http://archive.nbuv.gov.ua/e-journals/VDDMA/2010_1/article/10ALIFSB.pdf).
8. Кузнецова Г. А. *Изготовление втулок сквозной прошивкой* / Г. А. Кузнецова // Кузнечно-штамповочное производство. – 1979. – № 6. – С. 12–13.
9. Журавлев А. З. *Безотходное изготовление втулок машин для животноводческих ферм* / А. З. Журавлев, Ю. Н. Верзилов, Г. А. Кузнецова // Кузнечно-штамповочное производство. – 1983. – № 7. – С. 7–9.
10. А. с. 1052306 А СССР, МКИ В21 J5/10. *Способ изготовления деталей типа втулок* / И. С. Алиев, В. В. Латын (СССР). – № 3452440/25-27 ; заявл. 11.06.82 ; опубл. 07.11.83, Бюл. № 41.
11. Пат. 74207 Україна, МПК В21 К21/00. *Спосіб виготовлення деталей типу втулок* / Алиев І. С., Алиева Л. І., Бондарева О. М., Гаріфуліна А. Р. ; заявник та патентовласник Донбаська державна машинобудівна академія. – № u201202793 ; заявл. 12.03.2012 ; опубл. 25.10.2012, Бюл. № 20.

Бондарева Е. Н. – преп. МК ДГМА;

Алиева Л. И. – канд. техн. наук, доц., докторант каф. ОМД ДГМА.

МК ДГМА – Машиностроительный колледж ДГМА, г. Краматорск.

ДГМА – Донбасская государственная машиностроительная академия, г. Краматорск.

E-mail: [omd@dgma.donetsk.ua](mailto:omd@dgma.donetsk.ua)

Статья поступила в редакцию 19.03.2013 г.