

УДК 621.983(045)

Ю. О. Михайлов, доктор технических наук, профессор кафедры  
«Машины и технология обработки металлов давлением и сварочное производство»  
С. А. Морозов, кандидат технических наук, доцент кафедры  
«Машины и технология обработки металлов давлением и сварочное производство»  
А. С. Караваява, аспирант  
ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

## РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ ТИПА «ОБОЛОЧКА» С СОВМЕЩЕНИЕМ ОПЕРАЦИЙ ВЫТЯЖКИ И ОБЖИМА

Приводится решение проблемы многооперационности изготовления высоких конических деталей путем совмещения формообразующих операций, позволяющее добиться оптимальных параметров изделия. Выделены основные формулы для расчета и отмечены результаты изготовления опытной партии. В заключение отмечаются преимущества выбранного метода штамповки.

**Ключевые слова:** штамповка, вытяжка, обжим, раздача.

Штамповка высоких конических деталей типа «Оболочка» (см. рис. 1) сопряжена с рядом трудностей, обуславливающих многооперационность технологического процесса [1]. Также при изготовлении детали необходимо достичь максимально допустимую толщину для подобных типов изделий, равную 0,68 мм. Поэтому разработка новых процессов является актуальной задачей [2].

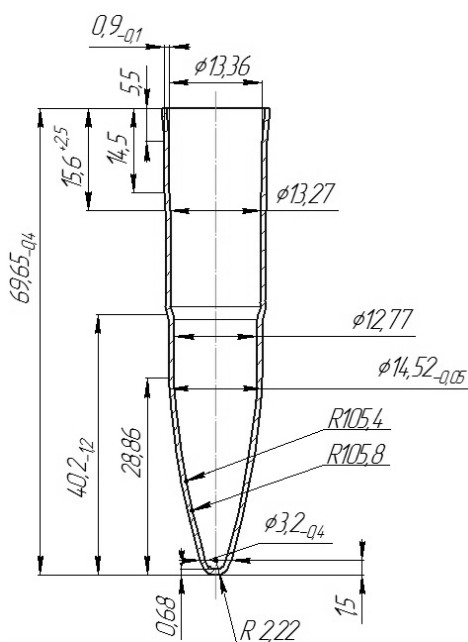


Рис. 1. Эскиз детали типа «Оболочка»

Разработка новых прогрессивных технологических процессов возможна на базе анализа напряженно-деформированного состояния заготовки, который позволяет учесть физику протекания процесса при выборе оптимальных технологических параметров.

Базовая технология изготовления включает в себя: операцию «вырубка» заготовки, 6 химикотермических операций, 4 операции «обжим» и 4 операции «вытяжка».

Одним из способов решения многооперационности технологии изготовления детали является совмещение в одной операции вытяжки и обжима [3, 4].

Совмещение вытяжки и обжима в одном переходе при изготовлении деталей, у которых коническая часть переходит в цилиндрическую меньшего диаметра, позволяет сократить 2–3 формоизменяющие операции. При этом, изменяя соотношение между усилиями обжима и вытяжки, можно в некоторых пределах управлять изменением соотношений между напряжениями в стенках получаемой детали. Однако создание дополнительного давления на заготовку требует усложнения применяемой штамповой оснастки [5].

Другим способом решения многооперационности технологии изготовления конической детали можно назвать совмещение в одном переходе вытяжки, обжима и раздачи [6]. Использование усилия раздачи как подпора при изготовлении детали позволяет снизить долю растягивающих напряжений в очаге деформации, что обеспечивает повышение степени деформации заготовки без разрушения и снижения качества заготовки.

При данном методе цилиндрическая заготовка устанавливается в матрицу, имеющую коническую или оживальную рабочую поверхность. Пуансон также имеет ту же конусность, что и матрица. На первом этапе деформируется только краевая часть заготовки. Возникающие при этом сжимающие меридиональные напряжения передаются на цилиндрический участок заготовки, опирающийся на коническую или оживальную поверхность матрицы. Усилие раздачи по ходу процесса растет, и под его воздействием при определенной степени деформации происходит обжим заготовки. Следующий этап деформирования начинается при соприкосновении торца пуансона с дном детали. С этого момента наряду с продолжающейся раздачей краевой части и обжима цилиндрической поверхности происходит вытяжка донного участка заготовки. Снижение растягивающих напряжений между участками вытяжки и обжима за счет подпора усилием раздачи позволяет деформировать металл без опасности разрушения с большими, чем обычно, степенями формоизменения (см. рис. 2) [7].

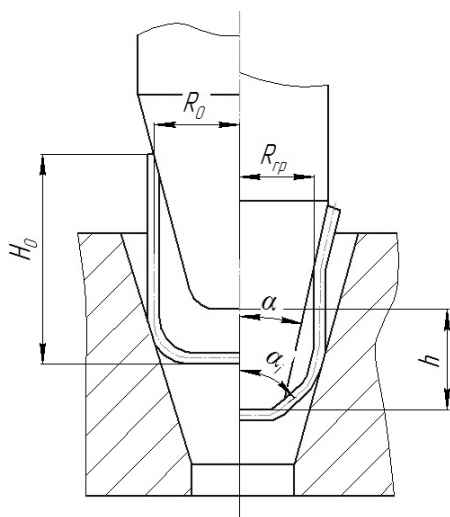


Рис. 2. Схема процесса «раздача – обжим – вытяжка»

Таким образом, проанализировав два способа совершенствования базовой технологии изготовления детали типа «Оболочка», можно прийти к выводу, что одним из наиболее эффективных путей штамповки деталей с конической и обжимной формой повышения точности и качества их поверхности является использование технологического процесса, включающего в себя совмещенный процесс раздачи – обжима – вытяжки цилиндрической заготовки [8].

Для определения высоты цилиндрической части ступенчатой заготовки используется следующая формула [9]:

$$h_{n-1} \geq h_n + \frac{r_{n-1} - r_n}{\operatorname{tg} \alpha}, \quad (1)$$

где  $h_{n-1}, h_n$  – высота цилиндрических частей заготовки на предыдущем и последующем переходах;  $r_{n-1}, r_n$  – радиусы цилиндрических участков заготовки и пуансона;  $\alpha$  – угол конусности детали.

Усилие для штамповки детали определяется по формуле [10]:

$$P_{\text{шт}} = P_{\text{в}} + P_{\text{р}}, \quad (2)$$

где  $P_{\text{р}}$  – усилие раздачи;  $P_{\text{в}}$  – усилие вытяжки.

Для того чтобы на операции «раздача – обжим – вытяжка» усилие раздачи являлось дополнительным подпором, высота конической части заготовки определяется из условия [11]:

$$h_n = \frac{d_n - d_{\min}}{2 \operatorname{tg} \alpha}, \quad (3)$$

где  $d_n$  – диаметр цилиндрического участка заготовки на  $n$ -ой операции;  $d_{\min}$  – диаметр дна готовой детали.

Такое соотношение размеров заготовки приводит к уменьшению растягивающих напряжений и к увеличению протяженности зоны обжима [12].

Усовершенствованная технология состоит из следующих операций, количество которых значительно уменьшилось:

- 1) комбинированная вытяжка с усилием 9–10 кН;
- 2) раздача – обжим – вытяжка с усилием 100–105 кН;
- 3) раздача – обжим – вытяжка с усилием 100–105 кН;
- 4) раздача–обжим с усилием 50–55 кН.

По сравнению с базовой технологией, можно отметить, что новый техпроцесс изготовления позволит снизить максимальное усилие до 100–105 кН вместо существующих 140–145 кН. Снижение усилия увеличивает износостойкость инструмента.

Операция «раздача – обжим – вытяжка» может выполняться как на универсальных прессах, так и на специализированном автоматическом оборудовании (роторных линиях).

По усовершенствованной технологии была изготовлена опытная партия, из которой были отобраны 5 образцов. Произведены замеры толщин стенок в соответствии с эскизом.

Полученные данные приведены в таблице.

Эскиз заготовки	№ точек	Толщина стенки опытной заготовки, мм ( $x_{\text{сп}}$ )					Толщина стенки валовой заготовки, мм ( $y_{\text{сп}}$ )					$x_{\text{сп}} - y_{\text{сп}}$
		1 об.	2 об.	3 об.	4 об.	5 об.	1 об.	2 об.	3 об.	4 об.	5 об.	
	1	0,91	0,89	0,90	0,90	0,95	0,85	0,84	0,82	0,86	0,83	0,07
	2	0,93	0,94	0,96	0,95	0,97	0,84	0,88	0,83	0,92	0,85	0,09
	3	0,96	0,96	0,96	0,91	0,95	0,87	0,85	0,91	0,93	0,83	0,07
	4	0,93	0,90	0,95	0,92	0,94	0,86	0,86	0,93	0,92	0,84	0,05
	5	0,92	0,88	0,92	0,92	0,94	0,88	0,88	0,95	0,94	0,94	-0,002
	6	0,92	0,89	0,92	0,92	0,95	0,91	0,90	0,93	0,95	0,87	0,08
	7	0,92	0,91	0,92	0,92	0,96	0,92	0,94	0,94	0,95	0,90	-0,004
	8	0,92	0,91	0,92	0,91	0,95	0,92	0,92	0,93	0,95	0,92	-0,006
	9	0,92	0,90	0,88	0,87	0,91	0,94	0,92	0,92	0,94	0,91	-0,03
	10	0,88	0,86	0,90	0,88	0,90	0,92	0,94	0,90	0,94	0,92	-0,04

Из результатов таблицы видно, что толщина стенки опытной оболочки больше, чем у валовой на 0,07 мм на расстоянии 8 мм от вершины. Дальнейшее распределение толщины равноценно как у опытной, так и у валовой партии. Данные увеличения толщины изменили общий центр тяжести и положительно отразились на точности попадания снаряда.

Таким образом, разработанная новая прогрессивная технология изготовления позволяет:

- 1) сократить технологическую цепочку на 10–20 %;
- 2) увеличить стойкость рабочего инструмента;
- 3) снизить усилия на 40 кН, что позволит выбрать оборудование с меньшими усилиями деформации;
- 4) снизить количество брака.

#### Библиографические ссылки

1. Михайлов Ю. О., Казаченок В. И., Сабрикова Т. В., Сандров В. А. Малооперационные технологические процессы штамповки-вытяжки деталей конической формы // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. – 1990. – № 12. – С. 10–12.
2. Селетков С. Г. Проблема, цель, задача в диссертации // Достижения и перспективы психологии и педагогики : сборник статей Международной научно-практической конференции, научный центр «Аэтерна», г. Уфа, Россия, 2014. – С. 35–38.
3. Михайлов Ю. О., Дресвянников Д. Г., Князев С. Н. Гидромеханическая вытяжка высоких конических деталей // Интеллектуальные системы в производстве. – 2011. – № 1. – С. 121–125.
4. Михайлов Ю. О., Казаченок В. И., Сабрикова Т. В., Сандров В. А. Малооперационные технологические процессы штамповки-вытяжки деталей конической формы. С. 10–12.
5. Михайлов Ю. О., Дресвянников Д. Г., Князев С. Н. Гидромеханическая вытяжка высоких конических деталей. С. 121–125.
6. Михайлов Ю. О., Казаченок В. И., Сабрикова Т. В., Сандров В. А. Малооперационные технологические процессы штамповки-вытяжки деталей конической формы. С. 10–12.
7. Михайлов Ю. О., Дресвянников Д. Г., Князев С. Н. Интенсификация процесса вытяжки из листовых заготовок с использованием жидкостной и эластичной сред // Интеллектуальные системы в производстве. – 2011. – № 1. – С. 126–132.
8. Михайлов Ю. О., Казаченок В. И., Сабрикова Т. В., Сандров В. А. Малооперационные технологические процессы штамповки-вытяжки деталей конической формы // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. – 1990. – № 12. – С. 10–12.
9. А. с. 1069902 СССР. Способ многопереходной штамповки конических деталей / В. И. Казаченок, Ю. О. Михайлов, Т. В. Сабрикова и др. (СССР). – В 21 D 22/00 ; опубл. 30.01.1984. – С. 3.
10. Там же.
11. Там же.
12. Пат. 1219209 Российская Федерация, МПК: B21D41/02 ; B21D22/00. Способ изготовления конических изделий многопереходной формовкой / Михайлов Ю. О., Казаченок В. И., Сабрикова Т. В., Кудинов Л. А., Герасимова М. Н. ; заявитель и патентообладатель: Ижевский государственный технический университет им. М. Т. Калашникова ; № 1219209/86; зарег.: 02.01.1985 ; Бюл. 3833826/25-27.

\*\*\*

*Yu. O. Mikhailov*, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov ISTU  
*S. A. Morozov*, PhD in Engineering, Associate Professor, Kalashnikov ISTU  
*A. S. Karavayeva*, Post-graduate, Kalashnikov ISTU

#### Development of technology for the manufacture of items such as "sheath" with combined operations of stretching and crimping

*The paper presents the problem solution for multistage manufacturing of long conical parts by combining forming operations, allowing to get the optimal parameters of the product. The basic calculation formulas are outlined and the results of experimental batch manufacturing are shown. In conclusion, advantages of the chosen stamping method are stated.*

**Keywords:** isothermal forging, extractor, crimping, distribution.

Получено: 09.04.15