НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ МГТУ ИМ. Н. Э. БАУМАНА
НАУКА и ОБРАЗОВАНИЕ
Эл № ФС77 - 48211. Государственная регистрация №0421200025. ISSN 1994-0408
электронный научно-технический журнал

Методика проектирования технологического процесса изготовления деталей с раструбом

10, октябрь 2013
DOI: 10.7463/1013.0636230

Евсюков С. А., Сулейман А. А.

УДК: 621.7.043

Россия, МГТУ им. Н.Э. Баумана
mt6evs@yandex.ru
asolaiman@mail.ru

Введение

В настоящее время изготовление осесимметричных, конических деталей с раструбом (рисунок 1) осуществляют преимущественно с помощью операции вытяжки из круглой заготовки. При этом для получения деталей с большим коэффициентом формоизменения (большим перепадом диаметров) необходимо применять несколько переходов вытяжки, что требует большого числа штамповой оснастки. Интенсифицировать процесс формоизменения и, следовательно, уменьшить количество штамповой оснастки можно за счет совмещения нескольких операций в одном штампе [1, 2, 3]

В работе [4] обоснована принципиальная возможность изготовления подобных деталей с помощью совмещения операций вытяжки, обжима и раздачи в одном технологическом переходе. Однако никаких практических рекомендаций по проектированию подобных процессов в указанной работе приведено не было. При этом сам предлагаемый процесс является двухпереходным. На первом переходе из круглой заготовки получают промежуточный стаканчик, деформируемый на втором переходе с помощью совмещенной операции.

В литературе отсутствуют какие-либо рекомендации по проектированию подобных технологических процессов.

Цель работы состояла в разработке рабочей методики проектирования двухпереходного технологического процесса изготовления деталей с раструбом с использованием совмещенной операции вытяжки с обжимом и раздачей.

Указанная методика и составляет научную новизну статьи.

1 Методика проектирования технологического процесса

Описываемая ниже методика применима для расчета размеров исходной и промежуточной заготовки для двухпереходного технологического процесса, использующего совмещение операции вытяжки с обжимом и раздачей.

Разработку технологического процесса начинают с определения размеров исходной заготовки для первого перехода вытяжки, к которым относятся диаметр круга и его толщина. Далее определяют размеры цилиндрического стакана, полученного первой вытяжкой, а именно диаметр и высоту цилиндрического стаканчика, максимальную и минимальную толщины его стенки.

1.1 Для нахождения диаметра исходной заготовки (круга) для первого перехода вытяжки используем условие равенства площадей исходной заготовки и конечной детали. В итоге получим формулу

$$D_0 = 1{,}13\sqrt{F} = 1.13\sqrt{\Sigma f}, \tag{1}$$

где F– площадь поверхности готовой детали, а Σf– сумма площадей отдельных элементов поверхности детали, которая определяем по формуле (рисунк 1)

$$\sqrt{\Sigma f} = \frac{{d_{min}}^2}{4} + \frac{\pi}{4}[2\pi(d_{min} - 2r)r + 8r^2] + \pi d_{min}(h - r) +$$

$$+\frac{\pi}{4}(\pi d_1 R - 8R^2) + \frac{\pi l}{2}(D_{max} + d_1). \tag{2}$$

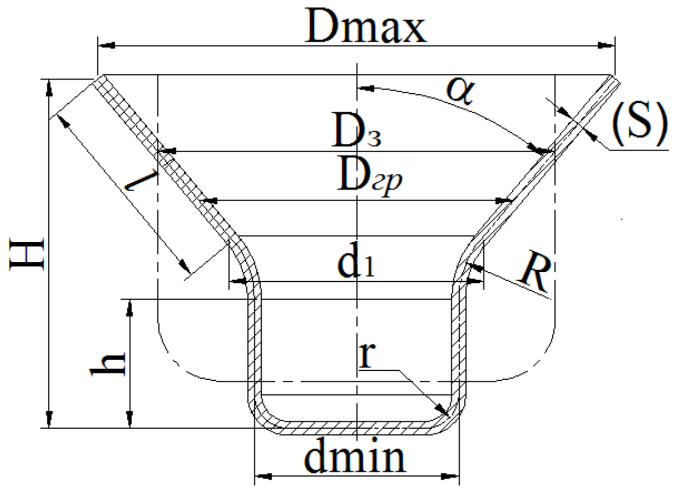


Рисунок 1- Промежуточная заготовка и окончательное изделие

1.2 Суммарный коэффициент формоизменения второго перехода K_Σ равен произведению коэффициентов формоизменения отдельных операций (обжима, вытяжки и раздачи):

$$K_\Sigma = K^{О} \cdot K^{В} \cdot K^{Р} = \frac{D_з}{D_{гр}} \cdot \frac{D_{гр}}{d_{min}} \cdot \frac{D_{max}}{D_з} = \frac{D_{max}}{d_{min}}, \tag{3}$$

здесь $K^{О}, K^{В}, K^{Р}$– коэффициенты обжима, вытяжки и раздачи соответственно, $D_з$– диаметр цилиндрического стакана , $D_{гр}$– диаметр, разделяющий области обжима и вытяжки, D_{max}, d_{min}– максимальный и минимальный диаметры детали.

При назначении теоретически максимальных операционных коэффициентов формоизменений при раздельном выполнении вытяжки, обжим и раздачи принимают, что $K^{В} = 2$, $K^{О} = 1{,}5$, $K^{Р} = 1{,}3$ [2,3]. Тогда теоретический суммарный коэффициент совмещенной операции, вычисленный по формуле (3) будет равен $K_\Sigma = 3{,}9$.

10.7463/1013.0636230

В производственной практике значения операционных коэффициентов формоизменений при раздельном выполнении операций вытяжки, обжим и раздачи обычно назначают меньше (с запасом) $K^{\text{В}}_{max} = 1{,}6 \dots 1{,}8$, $K^{\text{О}}_{max} = 1{,}3 \dots 1{,}4$, $K^{\text{р}}_{max} = 1{,}2 \dots 1{,}3$. Тогда максимальный практический суммарный коэффициент совмещенной операции будет находиться в пределах $K^{max}_{\Sigma} \cong 2{,}5 \dots 3{,}3$.

Для упрощения нахождения диаметра цилиндрического стакана после первого перехода вытяжки $D_{\text{з}}$ можно предварительно назначать коэффициент раздачи из указанного диапазона $K^{\text{р}}_{max} = 1{,}2 \dots 1{,}3$ (чем пластичнее металл, тем коэффициенту раздачи может задавать большие значения).

Тогда остальное формоизменение будет выполнено за счет операций вытяжки и обжима. При этом коэффициент формоизменения вытяжки-обжима составит:

$$K^{\text{В-О}}_{max} = \frac{D_{\text{з}}}{d_{min}} \cong (2 \dots 2{,}52) \tag{4}$$

Откуда получаем:

$$D_{\text{з}} = (2 \dots 2{,}5) d_{min}. \tag{5}$$

При этом коэффициент вытяжки первого перехода $K^{\text{В}}_{1}$ не должен превышать максимального для однопереходной вытяжки. Определение других размеров цилиндрического стакана (высота, максимальная и минимальная толщины, радиусы закруглений кромок пуансона $r_{\text{п}}$ и матрицы $r_{\text{м}}$) вычисляются по известным рекомендациям [2,3].

Высоту цилиндрического стакана можно определить по формуле [2]

$$H_{\text{з}} = 0{,}25\left(\frac{D_0}{m_1} - D_{\text{з}}\right) + 0{,}43\frac{r_{\text{п}}}{D_{\text{з}}}(D_{\text{з}} + 0{,}32 r_{\text{п}}). \tag{6}$$

Максимальную толщину цилиндрического стакана определяем по формуле

$$S_{max} = S_0\sqrt{D_0/D_{\text{з}}}. \tag{7}$$

Минимальную толщину цилиндрического стакана в опасном сечении, можно приближенно оценить по формуле [4]

$$S_{min} = S_0/(D_0/D_{\text{з}})^{\frac{S_0}{2r_{\text{м}}}}. \qquad 8)$$

1.3 При проектировании штампов для первого перехода вытяжки, и для совмещенного перехода, технологические зазоры и исполнительные размеры инструмента назначают по известным рекомендациям [3].

2 Пример разработки технологического процесса листовой штамповки детали с раструбом с использованием совмещенной операции вытяжки с обжимом и раздачей

Чертеж детали, который является исходной информацией для проектирования технологического процесса, представлен на рисунке 2.

Исходные данные:

$$D_{max} = 82\text{мм};\ d_{min} = 30\text{мм};\ S = 2\text{мм};\ \alpha^{\circ} = 40^{\circ};\ H = 51\text{мм};\ h = 15\text{мм};\ K_{\Sigma} = \frac{D_{max}}{d_{min}} = 2{,}73.$$

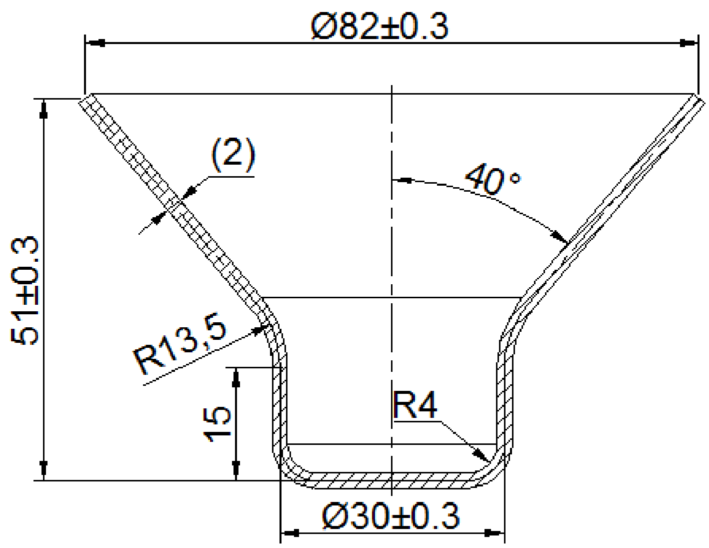


Рисунок 2. Чертеж детали с раструбом

2.1 Выбор исходной заготовки для первого перехода вытяжки

Диаметр исходной заготовки получаем по формулам (1) и (2):

$$D_0 = 1{,}13\sqrt{9406{,}8} = 111{,}5\text{мм} \cong 112\text{мм}$$

2.2 Определение размеров цилиндрического стакана

Подставляя $d_{min} = 30$мм в формуле (5) получаем:

$$D_з = (2 \ldots 2{,}5) \cdot 30 = (60 \ldots 70)\text{мм}.$$

Таким образом диаметр цилиндрического стаканчика может находится в пределах (от 60мм до 70мм).

При $D_з = 60$мм, коэффициент первого перехода вытяжки не превышает допустимого

$$K_1^{\text{В}} = \frac{112}{60} \cong 1{,}87 < 2.$$

В этом случае формоизменение за счет операций вытяжки и обжима согласно формуле (4) составит

$$K^{\text{В}-\text{О}} = \frac{D_з}{d_{min}} = \frac{60}{30} = 2$$

С учетом этого, из формулы (3) получим

$$K^{\text{Р}} = \frac{K_{\Sigma}}{K^{\text{О}} \cdot K^{\text{В}}} = \frac{2{,}73}{2} = 1{,}36.$$

При $D_з = 70$мм, коэффициент первого перехода вытяжки также не превышает допустимого:

$$K_1^{\text{В}} = \frac{112}{70} \cong 1{,}6 < 2.$$

В этом случае формоизменение за счет операций вытяжки и обжима согласно формуле (4) составит

$$K^{\text{В}-\text{О}} = \frac{D_з}{d_{min}} = \frac{70}{30} = 2{,}33.$$

Тогда с учетом этого из формулы (3) получим

$$K^{\text{Р}} = \frac{K_{\Sigma}}{K^{\text{О}} \cdot K^{\text{В}}} = \frac{2{,}73}{2{,}33} = 1{,}17.$$

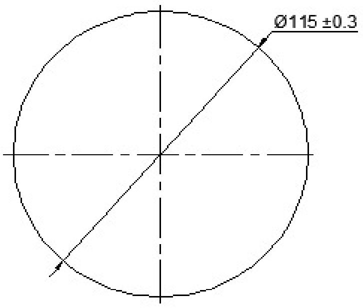
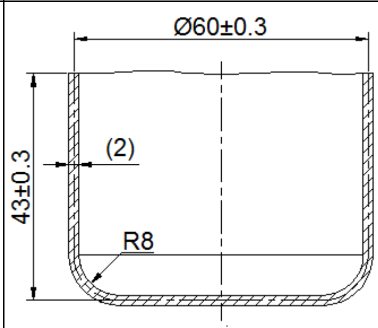
Таким образом коэффициент раздачи следует выбирать из диапазона $K^{\text{Р}} = (1{,}17 \dots 1{,}36)$. Поскольку материал (сталь 08кп) весьма пластичен, можно выбрать $K^{\text{Р}} = 1{,}36$. В этом случае диаметр промежуточного стаканчика будет равен $D_{з} = 60\text{мм}$. Тогда его высота по формуле (6) будет равна

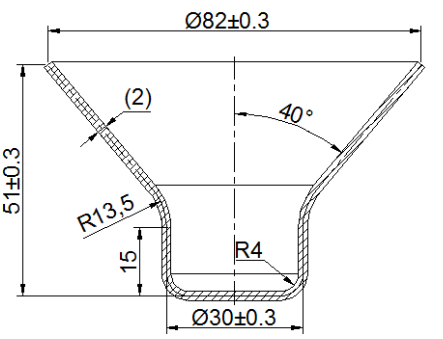
$$H_{з} = 0{,}25\left(\frac{112}{0{,}54} - 60\right) + 0{,}43\frac{9}{60}(30 + 0{,}32 \cdot 9) \cong 39\text{мм}.$$

Для удаления фестонов, вызванных анизотропией металла, нужно увеличить высоту стаканчика на величину припуска на обрезку, который согласно [3] составляет 4мм. Это приведет к увеличению D_0 до 115мм. При этом требуемый коэффициент вытяжки первого перехода по-прежнему не превысит допустимого.

Рассмотренный технологический процесс был реализован на практике. Эскизы деталей и результаты штамповки представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Эскизы деталей и результаты штамповки

№	**Наименование операции**	**Эскиз детали**	**Эксперимент**
1	Вырубка круговой заготовки		
2	Вытяжка первого перехода		

3	Совмещенный переход		

Заключение

Разработанная методика определения основных технологических параметров совмещенной операции вытяжки, обжим и раздачи позволяет осуществить проектирование двухпереходного технологического процесса получения деталей с раструбом из круговой заготовки. Внедрение этого процесса взамен много переходной вытяжки позволяет повысить производительность труда и снизить затраты на технологическую оснастку.

Список литературы

1. Петрушина М.М., Евсюков С.А. Разработка технологического процесса штамповки профильных колец с двойными стенками методом совмещения вытяжки и отбортовки // Заготовительные производства в машиностроении. 2012. № 8. С. 22-25.
2. Петрушина М.М., Евсюков С.А., Езжев А.С. Исследование стабильности совмещенного процесса вытяжки и отбортовки при штамповке колец с двойными стенками // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. 2012. № 9. С. 51-57.
3. Петрушина М.М., Евсюков С.А. Исследование стабильности совмещенного процесса вытяжки и встречной отбортовки при штамповке колец с двойными стенками // Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2013. № 3. DOI: 10.7463/0313.0541172
4. Евсюков С.А. Анализ и классификация технологических факторов и процессов листовой штамповки // Вестник машиностроения. 1994. № 11. С. 43-46.
5. Ковка и штамповка: справочник. В 4т. Т. 4. Листовая штамповка / Под ред. С.С. Яковлева. М.: Машиностроение, 2010. 732 с.
6. Ильин Л.Н., Семенов И.Е. Технология листовой штамповки. М.: Дрофа, 2009. 475 с.
7. Попов Е.А., Шубин И.Н. Методические указания к домашнему заданию по курсу «Технология листовой штамповки». М.: МВТУ им. Н.Э. Баумана, 1989. 22 с.

SCIENTIFIC PERIODICAL OF THE BAUMAN MSTU
SCIENCE and EDUCATION
EL № FS77 - 48211. №0421200025. ISSN 1994-0408
electronic scientific and technical journal

A design technique of manufacturing bell-shaped details

 # 10, October 2013
DOI: 10.7463/1013.0636230

Evsyukov S.A., Solaiman A.A.

Bauman Moscow State Technical University, 105005, Moscow, Russian Federation
mt6evs@yandex.ru
asolaiman@mail.ru

In this paper the authors consider a design technique of a two-step manufacturing process of a bell-shaped detail with the use of overlapping of operations at one step. Those operations were drawing, pressing and expanding. Dependences for determination of the work-piece dimensions of the first step of drawing which are the diameter and thickness of a round work-piece, were presented in this article. The authors give recommendations on determining dimensions of a cylindrical cup produced at the first step of drawing, namely the diameter and height of a cylindrical cup along with the maximum and minimum wall thicknesses. An example of production engineering of a sheet-metal stamping for manufacturing a specific bell-shaped detail, using an overlapping of operations mentioned above. Results of experimental verification of the manufacturing process developed according to the proposed method were also presented in this paper.

Publications with keywords: deep drawing, swaging, multiple operations
Publications with words: deep drawing, swaging, multiple operations

References

1. Petrushina M.M., Evsyukov S.A. Razrabotka tekhnologicheskogo protsessa shtampovki profil'nykh kolets s dvoynymi stenkami metodom sovmeshcheniya vytyazhki i otbortovki [Development of technological process of pressing of profiled rings with double walls by the method of drawing out and flanging]. *Zagotovitel'nye proizvodstva v mashinostroenii*, 2012, no. 8, pp. 22-25.

2. Petrushina M.M., Evsyukov S.A., Ezzhev A.S. Issledovanie stabil'nosti sovmeshchennogo protsessa vytyazhki i otbortovki pri shtampovke kolets s dvoynymi stenkami [Investigation of stability of combined drawing and flanging process when stamping double walled rings]. *Izvestiia vysshikh uchebnykh zavedenii. Mashinostroenie* [Proceedings of Higher Educational Institutions. Machine Building], 2012, no. 9, pp. 51-57.

3. Petrushina M.M., Evsyukov S.A. Issledovanie stabil'nosti sovmeshchennogo protsessa vytyazhki i vstrechnoy otbortovki pri shtampovke kolets s dvoynymi stenkami [Investigation of stability of the combined process of drawing and oncoming flanging at stamping rings with double walls]. *Nauka i obrazovanie MGTU im. N.E. Baumana* [Science and Education of the Bauman MSTU], 2013, no. 3. DOI: 10.7463/0313.0541172

4. Evsyukov S.A. Analiz i klassifikatsiya tekhnologicheskikh faktorov i protsessov listovoy shtampovki [Analysis and classification of technological factors and processes of sheet stamping]. *Vestnik mashinostroeniya*, 1994, no. 11, pp. 43-46.

5. Yakovlev S.S., ed. *Kovka i shtampovka: spravochnik. V 4 t. T. 4. Listovaya shtampovka* [Forging and stamping: a Handbook. In 4 vols. Vol. 4. Sheet-metal stamping]. Moscow, Mashinostroenie, 2010. 732 p.

6. Il'in L.N., Semenov I.E. *Tekhnologiya listovoy shtampovki* [Technology of sheet stamping]. Moscow, Drofa, 2009. 475 p.

7. Popov E.A., Shubin I.N. *Metodicheskie ukazaniya k domashnemu*

zadaniyu po kursu "Tekhnologiya listovoy shtampovki" [Methodological guidelines for homework on the course "Technology of sheet stamping"]. Moscow, Bauman MSTU Publ., 1989. 22 p.