

Исследование совмещенной операции вытяжки с обжимом и раздачей

11, ноябрь 2013

DOI: 10.7463/1113.0636247

Евсюков С. А., Сулейман А. А.

УДК: 621.7.043

Россия, МГТУ им. Н.Э. Баумана

mt6evs@yandex.ru

asolaiman@mail.ru

Введение

В современной технике существует обширный класс деталей, имеющих форму конуса с раструбом (рисунок 1).



Рисунок 1- Деталь с раструбом

Штамповка таких деталей из круглой заготовки вытяжкой [1, 2] достаточно широко применяется в промышленности. Для получения детали с большим коэффициентом формоизменения вытяжкой необходимо применять несколько переходов, что требует большого количества штамповой оснастки.

Объединение (совмещение) операций вытяжки, обжима и раздачи в одном технологическом переходе позволяет существенно интенсифицировать процесс формоизменения и, следовательно, повысить производительность труда и уменьшить количество штамповой оснастки [3, 4, 5]. При этом отсутствие знаний о влиянии тех или

иных технологических факторов на конечное формоизменение сдерживает внедрение этого прогрессивного технологического процесса [6].

Совмещение трех операций в одном технологическом переходе предопределяет наличие сложного очага пластической деформации. Практически он распадается на три зоны с разными напряженно-деформированными состояниями (смотри стадии совмещенной операции вытяжки с обжимом и раздачей на рисунке 2). Исследование указанного очага пластической деформации аналитическими методами весьма затруднительно. Поэтому в качестве инструмента анализа был выбран метод математического моделирования в программе комплексе AutoForm.

Цель работы состояла в оценке влияния коэффициента трения и коэффициента раздачи на процесс деформирования детали с раструбом при применении совмещенной операции вытяжки с обжимом и раздачей.

Научная новизна состоит в выявленных закономерностях процесса пластического деформирования заготовки при использовании совмещенной операции вытяжки с обжимом и раздачей.

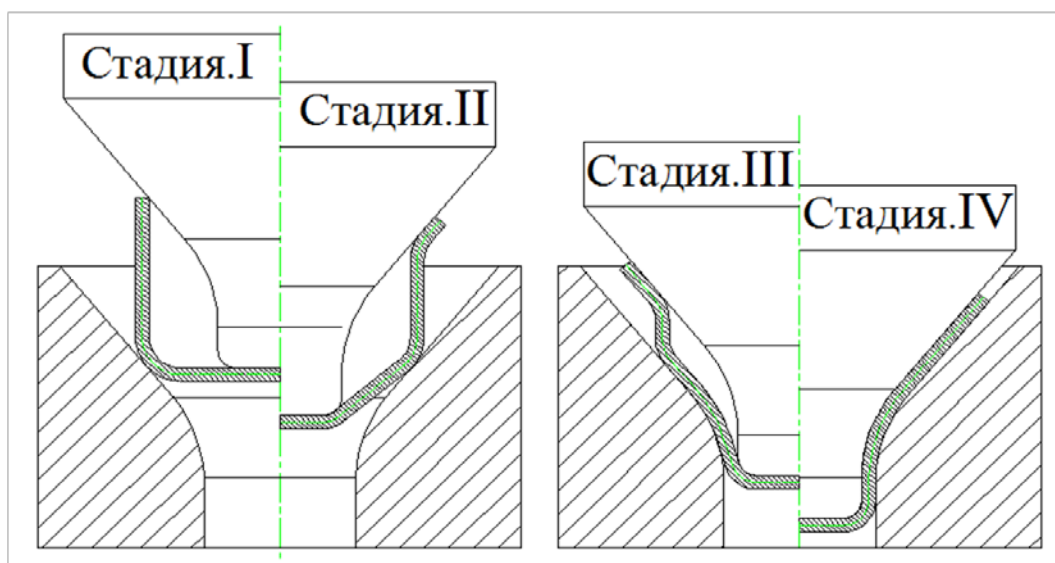


Рисунок 2- Стадии совмещенной операции вытяжки с обжимом и раздачей

Методы исследования

Исследование совмещенной операции вытяжки с обжимом и раздачей проведено с использованием специализированной программы для моделирования процессов листовой штамповки AutoForm. Расчетная модель совмещенной операции представлена на рисунке 3. При построении математической модели в AutoForm инструменты были приняты абсолютно жесткими, скорость деформирования постоянной.

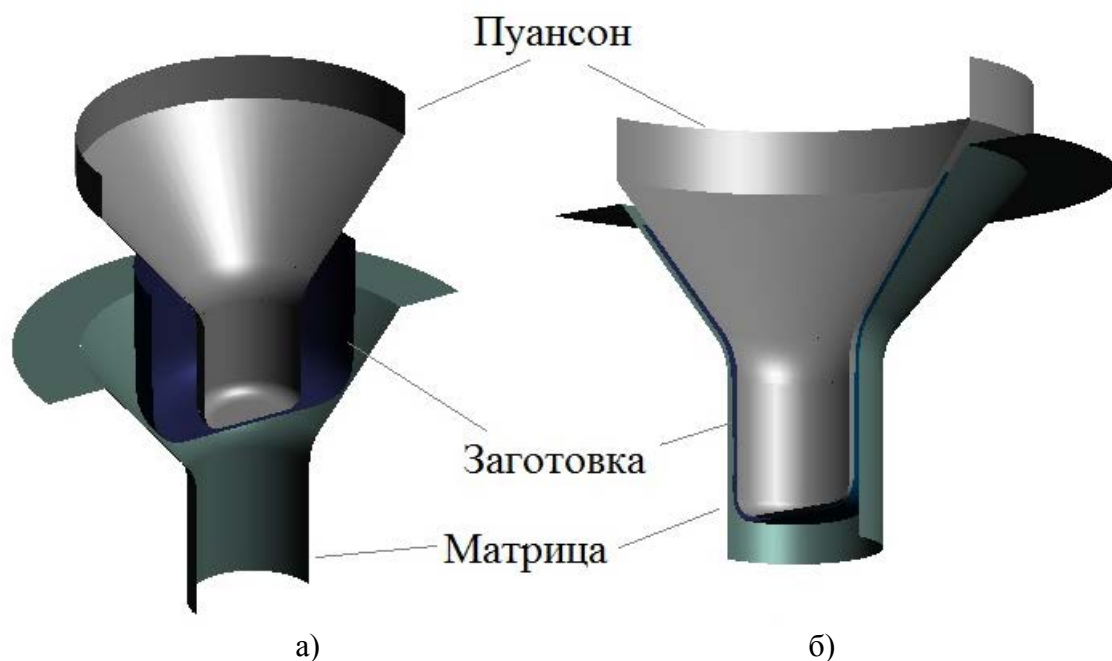


Рисунок 3- Расчетная модель совмещенной операции
 а– начальное положение б– конечное положение

Результаты моделирования

При моделировании коэффициент трения варьировали на тех уровнях $\mu = 0,15 - 0,24 - 0,36$, а коэффициент раздачи на двух $K_p = 1,33 - 1,38$. При этом коэффициент раздачи варьировали за счет изменения высоты стаканчика, полученного на первом переходе.

Моделирование показало (рисунки 4, 5), что с увеличением коэффициента трения толщина раструба в зоне перехода от вертикальной части раструба к доньшку (зона опасного сечения) интенсивно уменьшается. Аналогичное влияние на толщину раструба оказывает и уменьшение коэффициента раздачи.

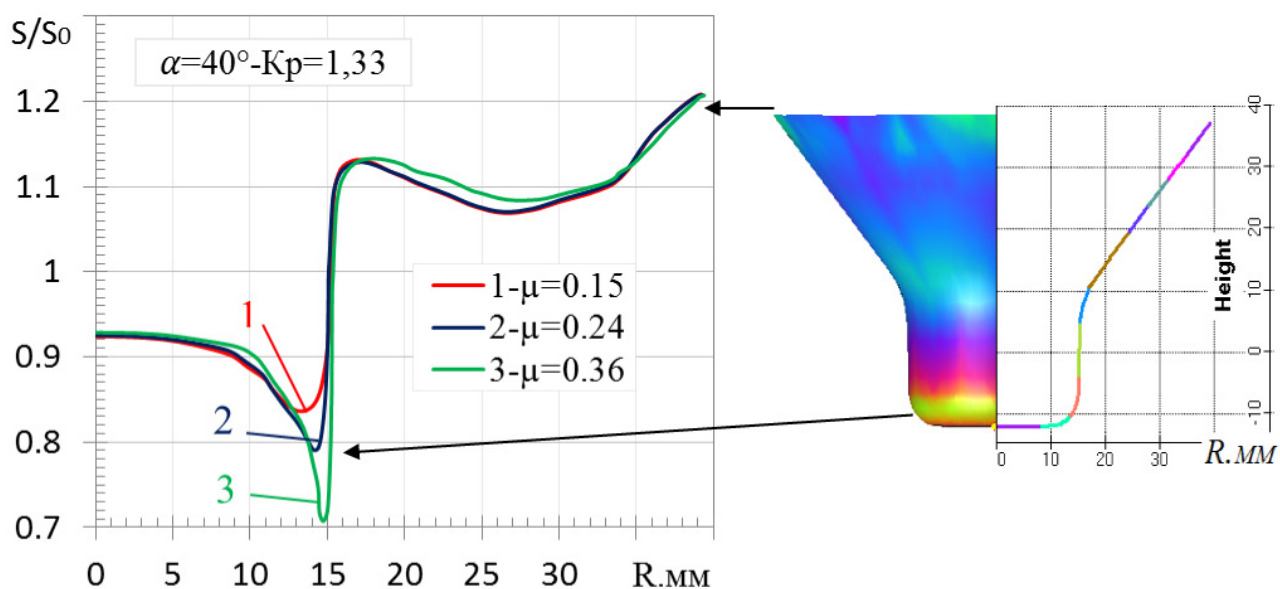


Рисунок 4. Влияние трения на изменение толщины стенки заготовки при $K_p = 1,33$:
R- расстояния от центра заготовки (мм)

Из рисунка 4 следует что, максимальное утонение S_{Min}/S_0 (коэффициент раздачи $K_p = 1,33$) в зоне опасного сечения при $\mu = 0,15$ составило 16% от исходной толщины заготовки, 20% при $\mu = 0,24$, и 29% при $\mu = 0,36$.

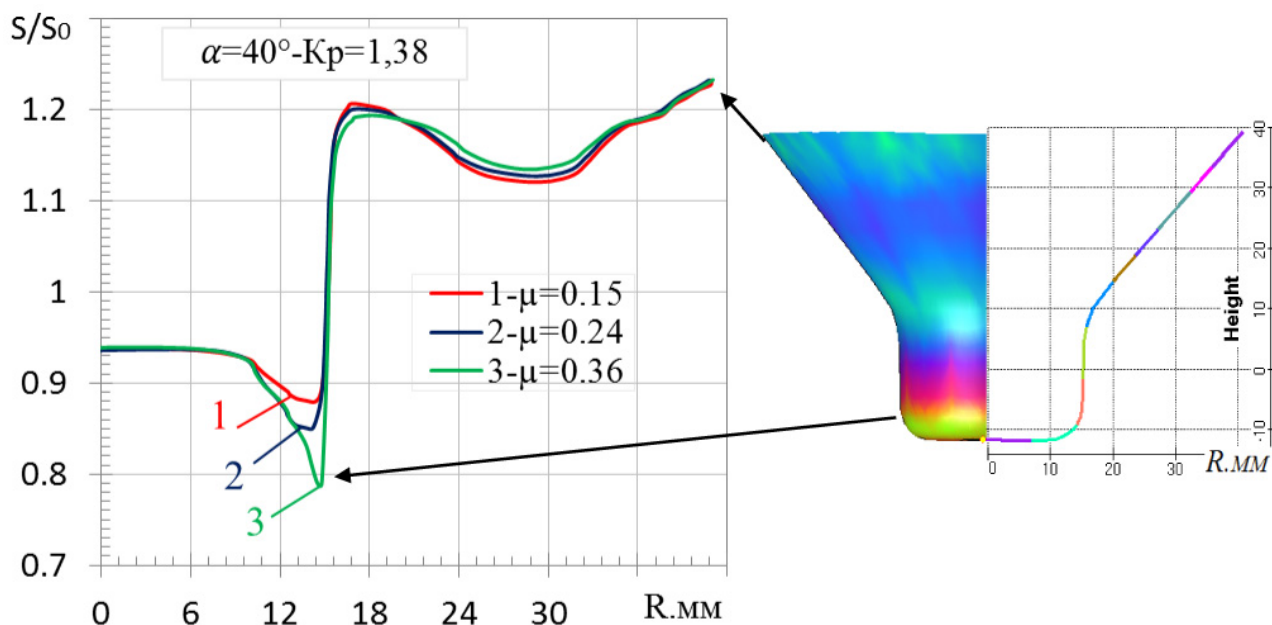


Рисунок 5. Изменение толщины стенки заготовки относительно расстояния от центра заготовки при $K_p = 1,38$:
R- расстояния от центра заготовки (мм)

Из рисунка 5 следует что, максимальное утонение S_{Min}/S_0 (коэффициент раздачи $K_p = 1,38$) в зоне опасного сечения при $\mu = 0,15$ составило 12% от исходной толщины заготовки, 15% при $\mu = 0,24$, и 21% при $\mu = 0,36$.

На рисунках 4 и 5 показано, что при $\mu = 0,15$ с увеличением коэффициента раздачи от $K_p = 1,33$ до $K_p = 1,38$ утонение в зоне опасного сечения уменьшается на 4,7%, при $\mu = 0,24$ уменьшается на 6,3% и при $\mu = 0,36$ уменьшается на 11,3%. Такое влияние коэффициента раздачи можно объяснить увеличением сжимающих меридиональных напряжений, препятствующих утонению стенки.

Из анализа рисунков 4 и 5 следует, что при $\mu = 0,15$ и при коэффициенте раздачи $K_{p1} = 1,33$ максимальная толщина на крае раструба на 20,8% больше, чем толщина исходной круглой заготовки. При $\mu = 0,15$ и при коэффициенте раздачи $K_{p2} = 1,38$ максимальная толщина на крае раструба на 23,3% больше чем толщина исходной круглой заготовки.

Графики изменения силы деформирования по ходу пуансона, полученные в результате моделирования представлены на рисунке 6.

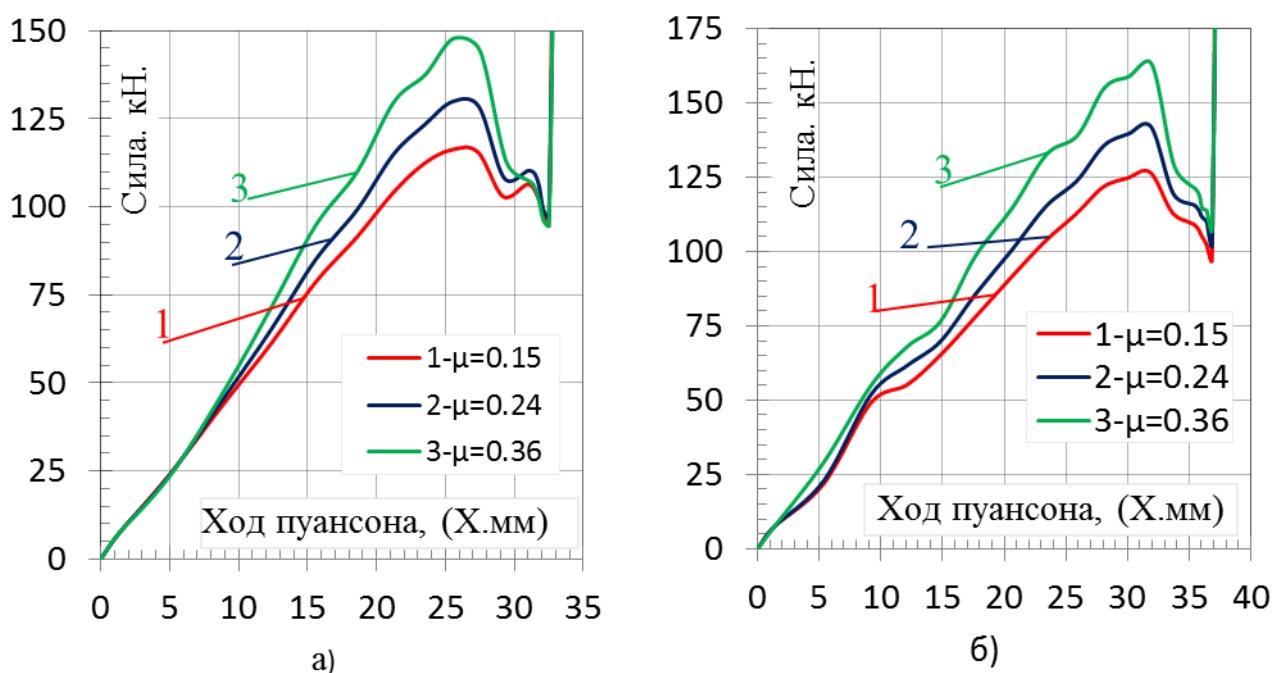


Рисунок 6. Изменение силы деформирования по ходу пуансона

а)– $\alpha=40^\circ$ - $h=14$ мм- $K_{p1}=1,33$;

б)– $\alpha=40^\circ$ - $h=14$ мм- $K_{p2}=1,38$

Согласно рисунка 6, с увеличением коэффициента трения от $\mu = 0,15$ до $\mu = 0,36$ сила деформирования увеличивается на 28%. При этом с увеличением коэффициента раздачи от $K_{p1} = 1,33$ до $K_{p2} = 1,38$ сила деформирования увеличивается 8,6%.

Выводы

- 1) С увеличением силы трения толщина стенки в зоне перехода от цилиндрической части раструба к доньшку уменьшается, а сила деформирования увеличивается.
- 2) За счет увеличения коэффициента раздачи, при минимальном коэффициенте трения можно получить деталь с раструбом с большим коэффициентом формоизменения и с минимальным утонением в зоне перехода от вертикальной части к доньшку.

Список литературы

1. Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке. 6-е изд., перераб. и доп. Л.: Машиностроение. Ленингр. отделение, 1979. 520 с.
2. Ильин Л.Н., Семенов И.Е. Технология листовой штамповки. М.: Дрофа, 2009. 475 с.
3. 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.
4. 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.
5. 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](https://doi.org/10.7463/0313.0541172)
6. Евсюков С.А. Анализ и классификация технологических факторов и процессов листовой штамповки // Вестник машиностроения. 1994. № 11. С. 43-46.

Study of extracting combined with swaging and distribution

11, November 2013

DOI: [10.7463/1113.0636247](https://doi.org/10.7463/1113.0636247)

Evsyukov S.A., Solaiman A.A.

Bauman Moscow State Technical University, 105005, Moscow, Russian Federation

mt6evs@yandex.ru

asolaiman@mail.ru

The authors consider extracting combined with swaging and distribution as a method to intensify the processes of sheet metal forming allowing to produce a conical workpiece which has a funnel-shaped opening with a large coefficient of deformation for one technological transfer in one molding tool. During the study of extracting combined with swaging and distribution computer modeling AutoForm software was used. The authors consider influence of friction on the process of forming; they evaluated changes in thickness of the funnel-shaped opening and in deformation forces with different values of friction coefficient. The authors also considered the effect of distribution on force parameters of the combined extracting and final dimensions of the product.

Publications with keywords: [deep drawing](#), [swaging](#), [multiple operations](#)

Publications with words: [deep drawing](#), [swaging](#), [multiple operations](#)

References

1. Romanovskiy V.P. *Spravochnik po kholodnoy shtampovke* [Handbook of cold stamping]. Leningrad, Mashinostroenie, 1979. 520 p.
2. Il'in L.N., Semenov I.E. *Tekhnologiya listovoy shtampovki* [Technology of sheet stamping]. Moscow, Drofa, 2009. 475 p.
3. 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.
4. 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.

5. 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](https://doi.org/10.7463/0313.0541172)
6. 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.