

УДК 621.7

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВЫТЯЖКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОФИЛИРОВАННОГО ПРИЖИМА

Андрей Игоревич Фирсов

Студент 4 курса

кафедра «Технологии обработки металлов давлением»

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Научный руководитель: В.А.Кривошеин,

кандидат технических наук, доцент кафедры «Технологии обработки металлов давлением»

Введение

С учетом допустимого формоизменения для изготовления деталей листовой штамповки в ряде случаев требуются технологические процессы с большим количеством операций и переходов, а соответственно с большим количеством штампов и занятого штамповкой оборудования.

В этих случаях для сокращения длительности технологического процесса весьма желательно существенное увеличение допустимого за один переход формоизменения по сравнению с достигаемыми в традиционных условиях штамповки.

С этой целью были разработаны и используются в промышленности особые способы штамповки, условия деформирования заготовки в которых отличаются от традиционных.

Исследованные ранее методы силовой и термической интенсификации позволяют значительно повысить степень деформации, но использование этих методов имеет ряд недостатков, среди которых:

- необходимость применения точного локального нагрева и дополнительных нагревательных устройств;
- потребность в использовании сложных конструкций штампового инструмента с применением подпружиненных подпорков, либо подпорков с отдельным приводом.

С учетом этих недостатков предлагается способ интенсификации с помощью профилированного прижима, что позволяет снизить влияние сил контактного трения, и тем самым повысить формоизменения за операцию. Использование такого способа не требует использования нагревательного оборудования и сложной конструкции штамповой оснастки и может совместно использоваться с другими способами интенсификации.

В связи с этим, решено провести исследование процесса вытяжки с использованием профилированного прижима с целью выявления области применения данного способа, его преимуществ и недостатков относительно других способов интенсификации.

Описание способа:

При использовании данного способа интенсификации (рис.1) силы трения со стороны прижима возникают только в зонах контакта заготовки с выступом профиля (участок 1). На этом участке наряду с напряжениями σ_p и σ_θ на поверхности заготовки также действуют нормальные напряжения σ_n . Протяженность данного участка можно приближенно считать равной длине скругленного участка вершины выступа профиля.

Участок 2 не имеет контакта с рабочей поверхностью прижима. Для проверки эффективности применения данного способа решено провести компьютерное моделирование.

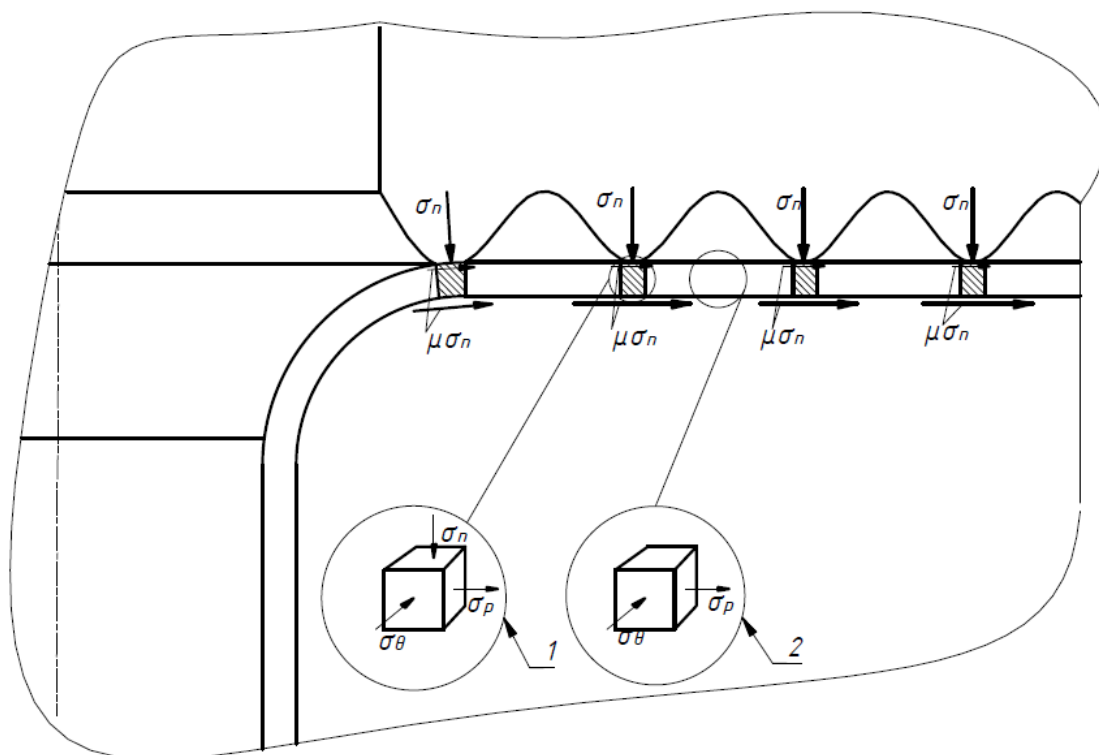


Рис.1.Схема внутренних и внешних сил при вытяжке с использованием профилированного прижима и участки в очагах пластической деформации:

- 1 – участок контакта с прижимом;
- 2 – участок без контакта с прижимом

Условия проведения эксперимента:

Все исследования были проведены с использованием САПР Autoform. Диаметр исходной заготовки $D = 140\text{мм}$, диаметр детали после вытяжки $d = 90\text{мм}$. Было проведено 36 опытов по плану факторного эксперимента (табл. 1). Варьировались параметры: s - толщина листовой заготовки, μ - коэффициент трения, p - шаг выступов профиля прижима.

Таблица1. План эксперимента

№	S , мм	μ	p , мм
1	0,3	0,15	плоский
2	0,3	0,15	2
3	0,3	0,15	5
4	0,3	0,15	7
5	0,3	0,2	плоский
6	0,3	0,2	2
7	0,3	0,2	5
8	0,3	0,2	7
9	0,3	0,3	плоский
10	0,3	0,3	2
11	0,3	0,3	5

12	0,3	0,3	7
13	0,5	0,15	плоский
14	0,5	0,15	2
15	0,5	0,15	5
16	0,5	0,15	7
17	0,5	0,2	плоский
18	0,5	0,2	2
19	0,5	0,2	5
20	0,5	0,2	7
21	0,5	0,3	плоский
22	0,5	0,3	2
23	0,5	0,3	5
24	0,5	0,3	7
25	1	0,15	плоский
26	1	0,15	2
27	1	0,15	5
28	1	0,15	7
29	1	0,2	плоский
30	1	0,2	2
31	1	0,2	5
32	1	0,2	7
33	1	0,3	плоский
34	1	0,3	2
35	1	0,3	5
36	1	0,3	7

Схема эксперимента (рис.2) и зоны контакта заготовки и прижима (рис.3) позволяют наглядно продемонстрировать процесс проведения опыта.

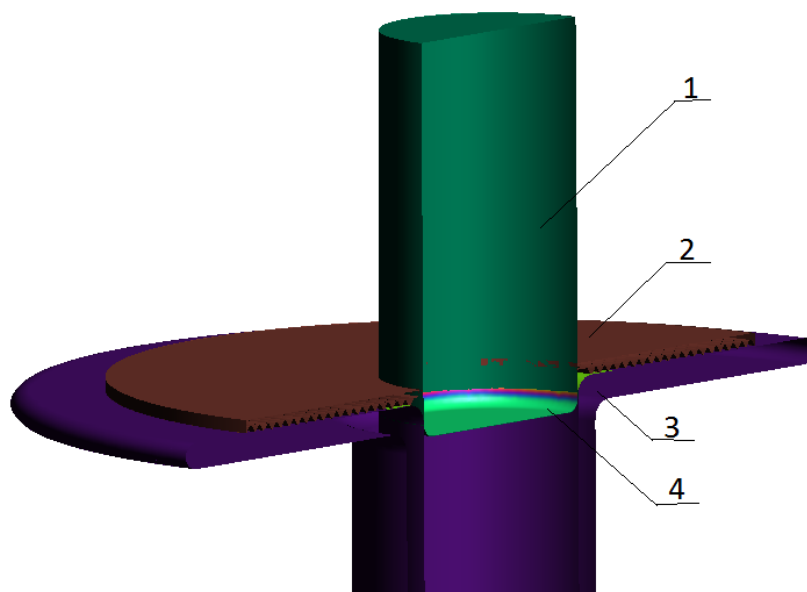


Рис.2.Схема эксперимента:
1 – пуансон; 2 – прижим; 3 – матрица; 4 – заготовка

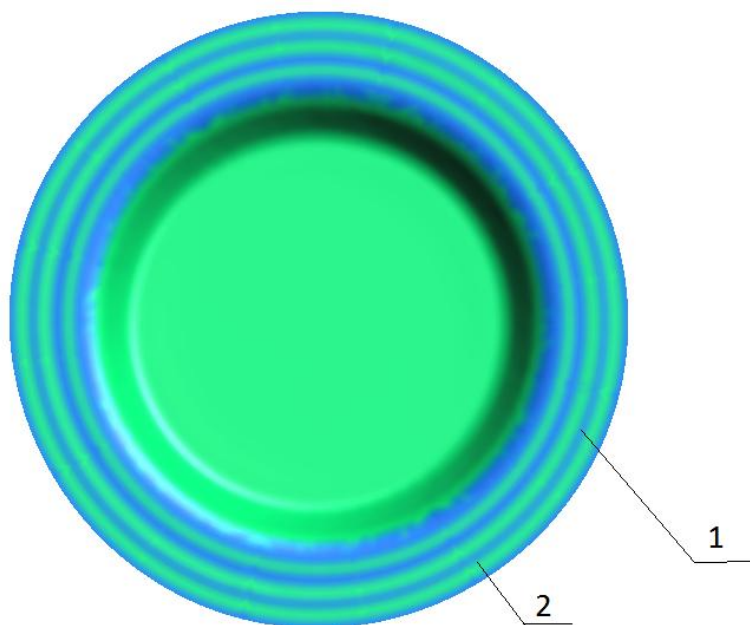


Рис.3. Зоны контакта заготовки и прижима:
1 - зона контакта заготовки с прижимом; 2 - свободная зона

Результаты проведения эксперимента:

Из графика (рис.4.) видно, что использование профилированного прижима снижает силу деформирования на протяжении всего процесса вытяжки. В среднем усилие вытяжки снижается на 4,3% в зависимости от толщины заготовки.

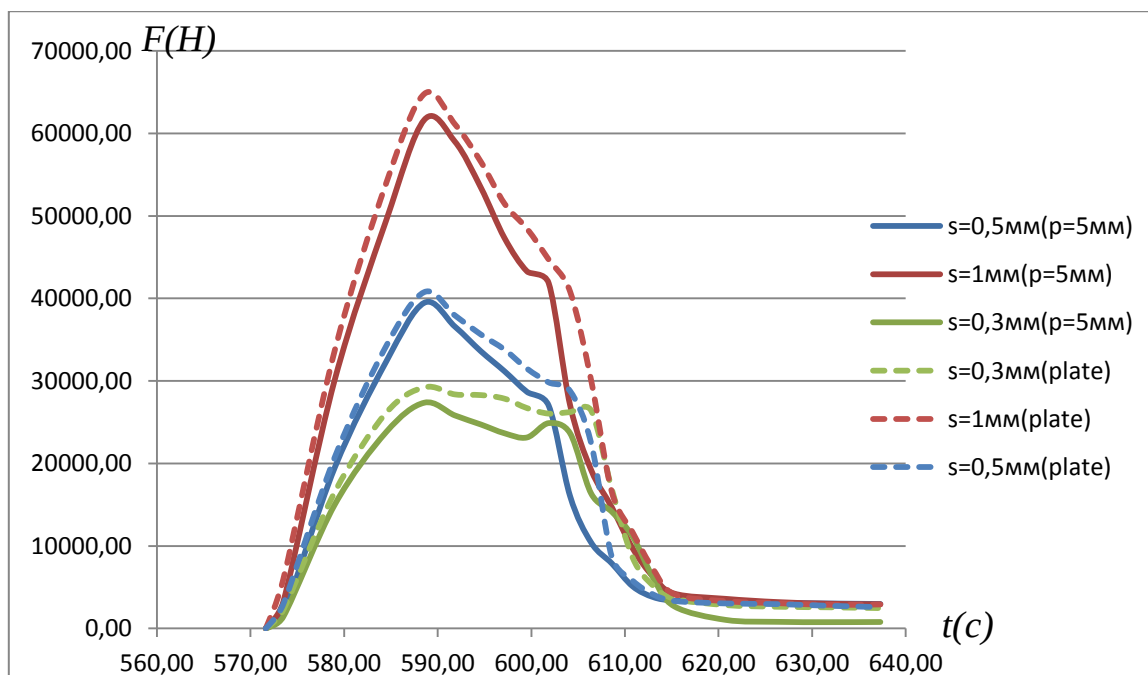


Рис.4. График зависимости силы деформирования от времени проведения процесса вытяжки с использованием прижима с шагом $p=5\text{ мм}$, $\mu=0,2$

Из данного графика (рис.5.) следует, что в зависимости от коэффициента трения, эффект имеет прижим с шагом профиля (p) в диапазоне 4..6 мм.

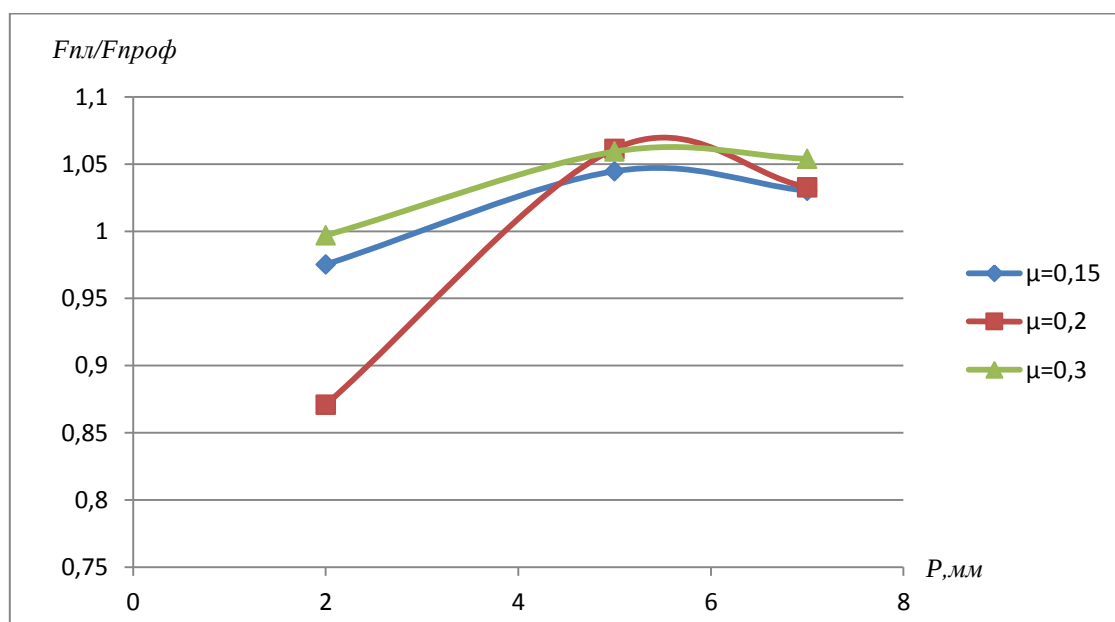


Рис. 5. График зависимости отношения силы вытяжки с плоским прижимом $F_{пл}$ к силе вытяжки с профилированным прижимом $F_{проф}$ от фактора трения μ , для толщины $s=0,5$ мм

График (рис. 6) показывает, что при данных условиях проведения эксперимента прижим с шагом профиля $p=5$ мм имеет наибольшую эффективность

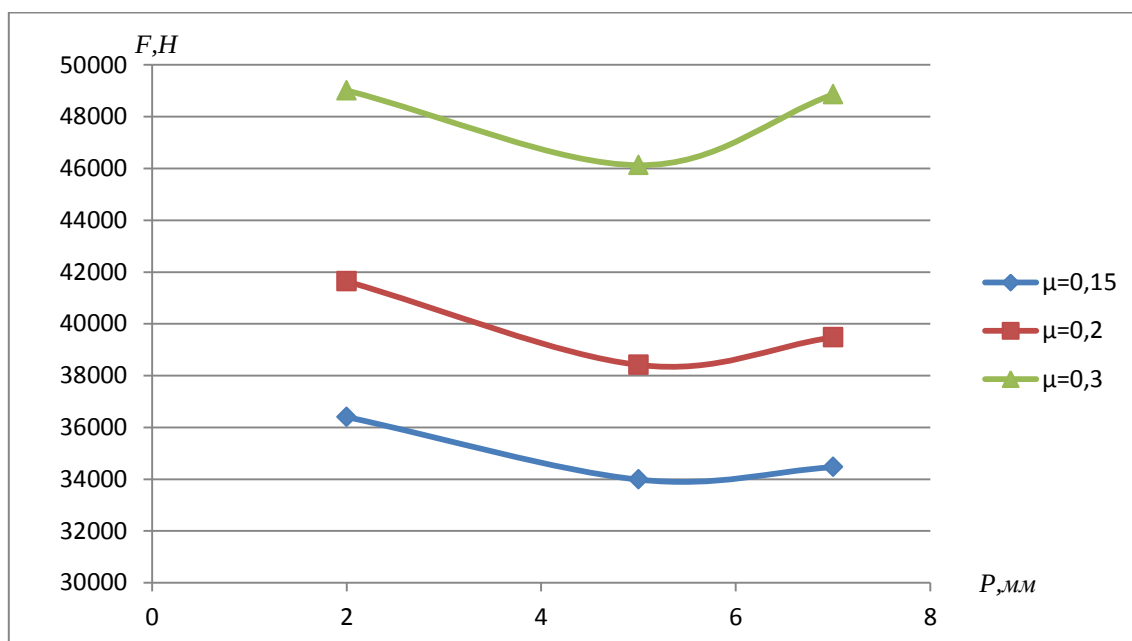


Рис. 6. График зависимости силы вытяжки F от шага профиля прижима P , для параметров $s=0,5$

Из графика (рис. 7.) видно, что с ростом коэффициента трения, эффективность исследуемого метода интенсификации растет.

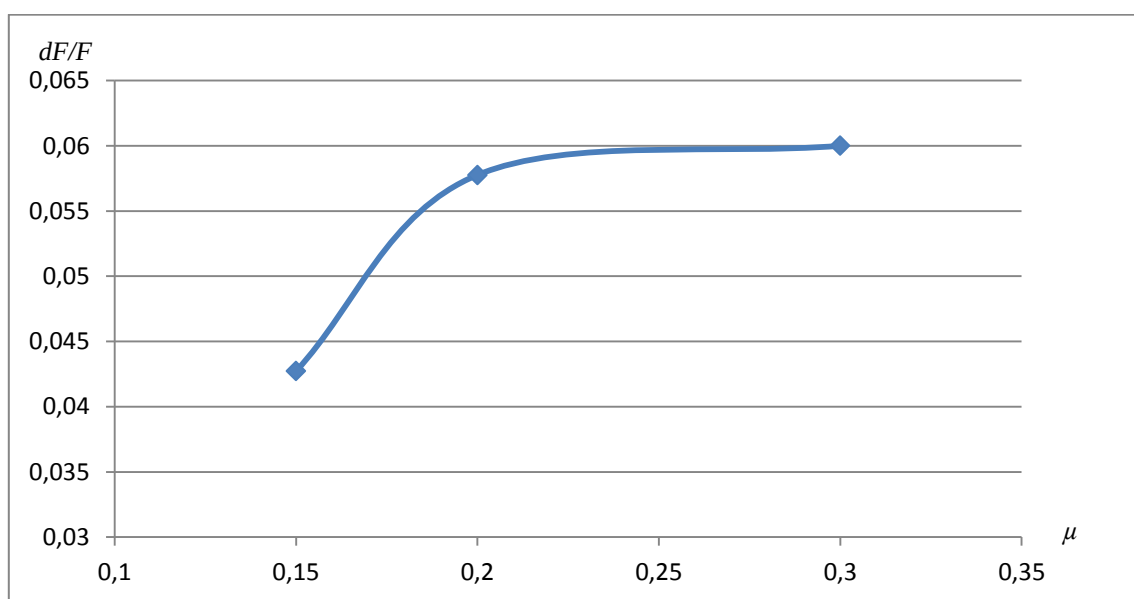


Рис.7. График зависимости выигрыша в силе от фактора трения μ , для $s = 0,5\text{мм}$

При определенных параметрах (рис.8.) эксперимента ($s = 0,5\text{мм}$, $\mu = 0,3$) использование плоского прижима вызывает отрыв дна заготовки в опасном сечении, но использование прижима с шагом профиля $p = 5\text{мм}$ и $p = 7\text{мм}$ позволяет избежать отрыва.

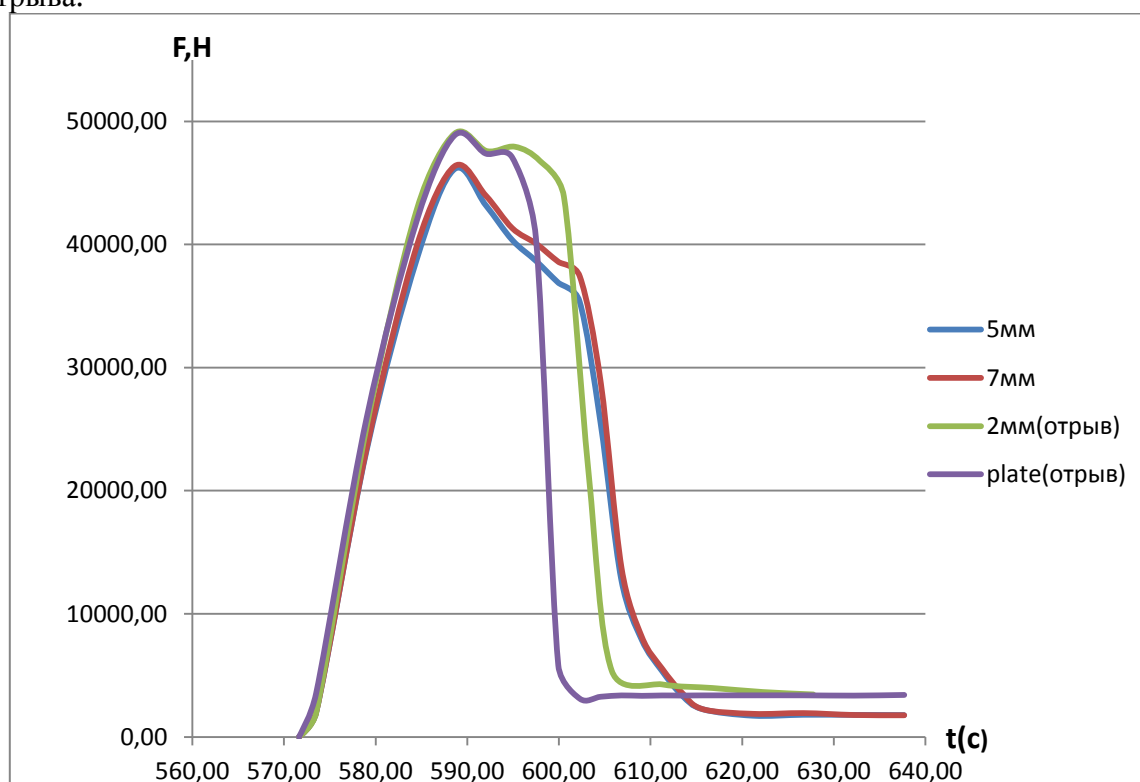


Рис.8. График зависимости силы вытяжки F от времени вытяжки t , при $s = 0,5\text{мм}$, $\mu = 0,3$.

Отрыв дна заготовки в опасном сечении при использовании плоского прижима и прижима с шагом профиля $p = 2\text{ мм}$ (рис.9.) .

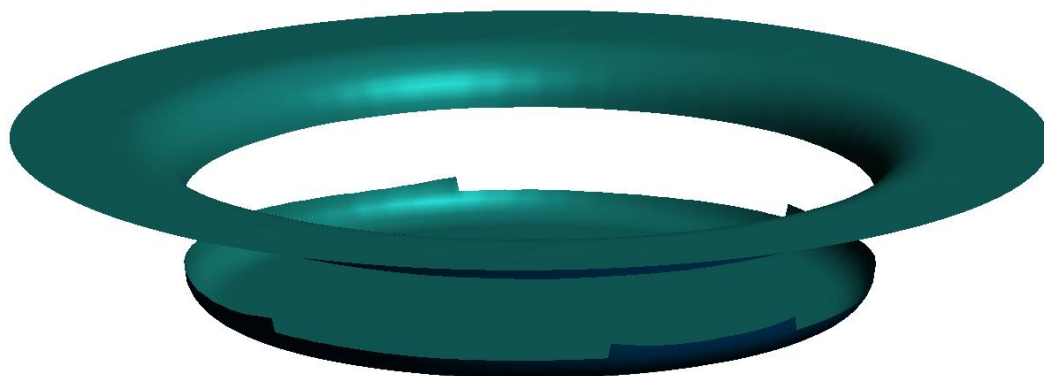


Рис.9. Отрыв дна заготовки в опасном сечении

Таблица2. Максимальная сила деформирования, возникающая при вытяжке

$p(\text{шаг}), \text{мм}$												
	2			5			7			плоский		
	μ			μ			μ			μ		
$s, \text{мм}$	0.15	0.2	0.3	0.15	0.2	0.3	0.15	0.2	0.3	0.15	0.2	0.3
1	58617	65177	77084	56263	61656	76116	57068	62170	72619	58031	64795	76090
0.5	36404	41641**	49014*	33986	38415	46128	34466	39478	46362	35503	40770	48861*
0.3	26078	29568*	33306*	23465	27364	33095*	25165***	27848**	32460***	25658	29229	33093*

* - отрыв заготовки , ** - образование складок

В таблице 2 представлены результаты по максимальной силе деформирования, возникающей при вытяжке, в зависимости от толщины заготовки s , фактора трения μ и шага профиля прижима P .

Из данной таблицы видно, что применение прижима с шагом $p = 2\text{ мм}$ не целесообразно для данных толщин материала. Применение же прижима с шагом профиля $P = 5..7\text{ мм}$ имеет положительный эффект.

Выводы:

1. Сила при вытяжке с использованием профилированного прижима снижается. Наибольший эффект достигнут для параметров $P = 5\text{ мм}$, $\mu = 0,2$, $s = 0,5\text{ мм}$ и равен 5,8%.
2. Данный метод интенсификации наиболее эффективен при коэффициенте трения μ более 0,15, что объясняется тем, что данный способ позволяет повысить коэффициент вытяжки именно за счет снижения влияния сил контактного трения.

3. Данный метод применим для всего диапазона рассматриваемых толщин заготовок от 0,3 до 1мм,и чем меньше толщина листа, тем меньше должен быть шаг профиля для избежания образования гофр.
4. Использование профилированного прижима при определенных параметрах процесса позволяет значительно повысить коэффициент вытяжки.

Литература

1. *Попов Е. А., Ковалев В. Г., Шубин И. Н.* Технология и автоматизация листовой штамповки: учебник для вузов / - 2-е изд., стер. - М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2003. - 478 с.: ил. - Библиогр.: с. 478.
2. *Кривошеин В.А.* Интенсификация процесса обжима посредством выбора геометрии поверхности контакта заготовки с матрицей. // Заготовительные производства в машиностроении.-2011.-№6.-6.-С.19-22.
3. *Кривошеин В.А.* Сравнительный анализ теоретических и экспериментальных данных при исследовании процесса обжима в матрице с кольцевыми канавками // Известия вузов. Машиностроение. – 2011. – № 5. – С. 10-12.