

УДК 621.7.043

**ВЫТЯЖКА ДЕТАЛЕЙ С НАКЛОННЫМ ФЛАНЦЕМ**

Елена Александровна Рукавичко

*Студент 4 курса**кафедра «Технологии обработки давлением»**Московский государственный технический университет имени Н.Э.Баумана**Научный руководитель: В.А.Кривошеин**доцент кафедры «Технологии обработки давлением»*

В работе рассмотрен процесс вытяжки детали типа «Крышка» с наклонным фланцем. Процесс вытяжки деталей такого типа не рассмотрен в литературе по обработке металлов давлением, нет рекомендаций по выбору формы исходной заготовки и предельном коэффициенте формоизменения. Поэтому исследование этого процесса представляет определенный научный интерес и имеет практическое применение в производстве. Чертеж детали представлен на Рис. 1.

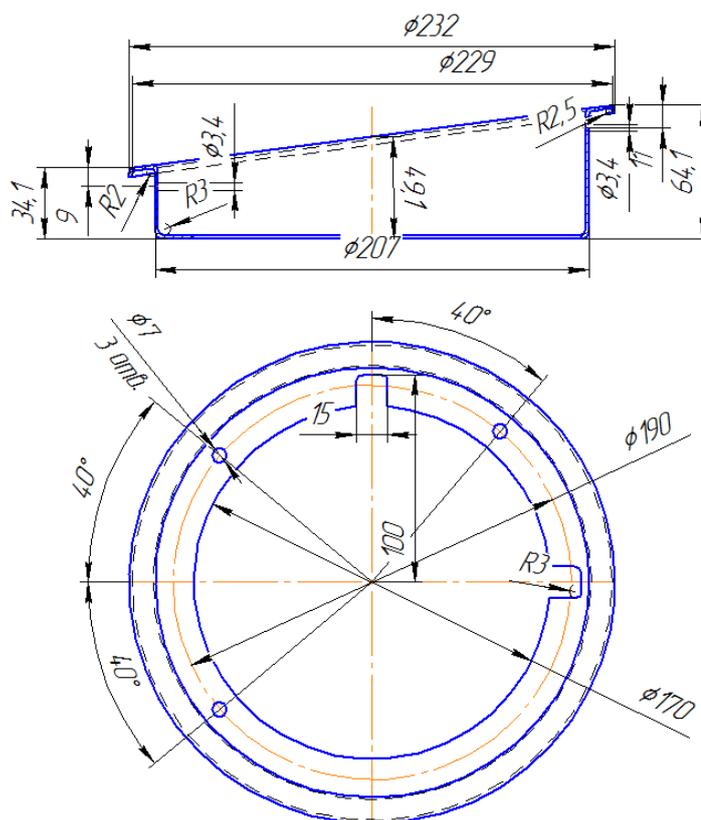


Рис. 1. Чертеж детали

Деталь типа крышка имеет нестандартную форму, поэтому для начала рассмотрим процесс вытяжки стаканчика с наклонным фланцем в программном комплексе Autoform. Торцевая часть пуансона имеет горизонтальную поверхность, при этом заготовка в начальный момент расположена под наклоном (рис. 2). Специфика процесса заключается в том, что очаг пластической деформации в виде дуги в начальный момент деформирования локализован с одной стороны и постепенно перетекает на всю кромку матрицы, образуя кольцо, и с этого момента идет типовой процесс вытяжки. На рис. 2

показан контакт пуансона с заготовкой при операции вытяжка для детали с наклонным фланцем.

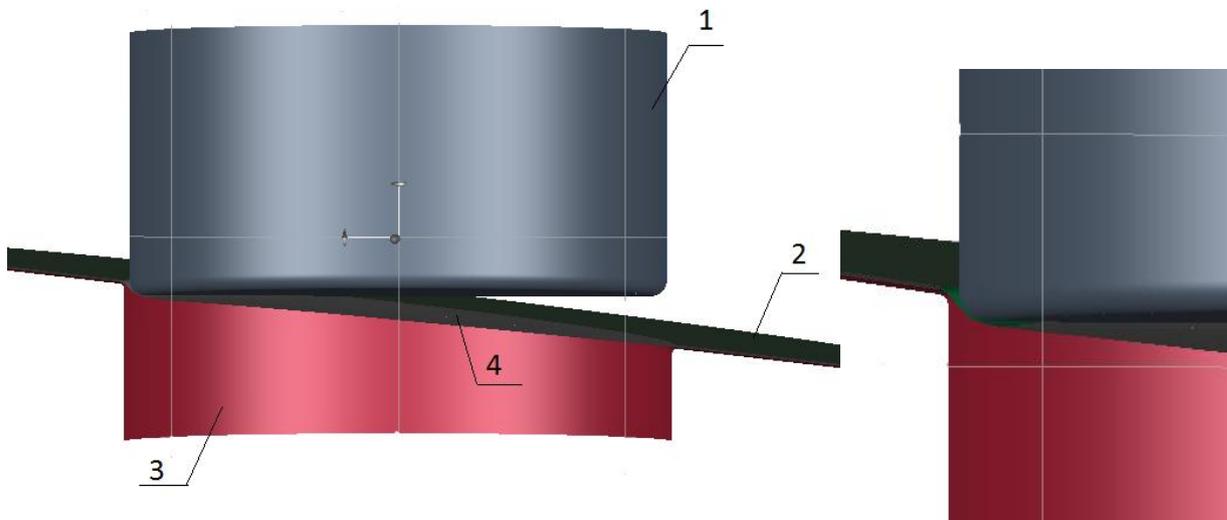


Рис. 2. Вход пуансона в заготовку с наклонным фланцем  
(1-Пуансон, 2-Прижим фланца, 3-Матрица, 4-заготовка)

### 1. Выбор оптимальной формы исходной заготовки.

Так как деталь не симметричная, то круглую заготовку использовать не целесообразно, из-за большого отхода на обрезку со стороны наименьшей высоты детали. С помощью расчетов определим заготовку с наивысшим КИМ.

1).Рассмотрим круглую заготовку.

Определяем ее диаметр по наибольшей высоте  $H=64,1\text{ мм}$

$$D = 1.13\sqrt{F} + 2\Delta H \approx 1.13 \cdot \sqrt{83127,6} + 2 \cdot 4,6 \approx 335 \text{ мм} \quad (1)$$

Коэффициент использования материала:

$$\text{КИМ} = \frac{S_{\text{дет}}}{S_{\text{кр.заг.}}} * 100\% = \frac{50618}{114376} * 100\% = 44\% \quad (2)$$

2).Рассмотрим расчетную заготовку.

Для построения расчетной заготовки необходимо определить три значимые точки: а) с наименьшей высотой; б) со средней высотой; в) с наибольшей высотой стакана. Рассчитать диаметры заготовок для выбранных высот и задать функцию построения заготовки.

а). Наименьшая высота детали  $H=34,1\text{ мм}$

$$D = 1.13\sqrt{F} + 2\Delta H \approx 1.13 \cdot \sqrt{63968,7} + 2 \cdot 4,6 \approx 295 \text{ мм} \quad (3)$$

б). Средняя высота детали  $H=49,1$  мм

$$D = 1.13\sqrt{F} + 2\Delta H \approx 1.13\sqrt{73234,9} + 2 \cdot 4,6 \approx 315 \text{ мм} \quad (4)$$

в). Наибольшая высота детали  $H=64,1$  мм

$$D_3 = 335 \text{ мм}$$

Находим функцию для построения контура заготовки:

$$D(x) = \frac{D_2}{2} + \left(\frac{D_3 - D_2}{2}\right) * \cos(x), \text{ где } x \in [0; \pi/2] \quad (5)$$

$$D(x) = \frac{D_2}{2} + \left(\frac{D_2 - D_1}{2}\right) * \cos(x), \text{ где } x \in [\pi/2; \pi] \quad (6)$$

$$D(x) = 157,5 + 10 * \cos(x), \text{ где } x \in [0; 2\pi] \quad (7)$$

Коэффициент использования материала:

$$\text{КИМ} = \frac{S_{\text{дет}}}{S_{\text{р.заг.}}} * 100\% = \frac{50618}{101248} * 100\% = 50\% \quad (8)$$

Расчет формы заготовки позволил увеличить КИМ на 6%, что является значительным показателем в условиях серийного производства. Функция Onestep программы Autoform предлагает свой вариант формы исходной заготовки с КИМ= 46%.

На рис. 3 представлены круглая, указана пунктиром, и расчетная заготовки. По результатам моделирования в программном комплексе Autoform можно отметить, что при вытяжке детали из круглой заготовки ширина фланца со стороны минимальной высоты стенки заготовки значительно больше (рис. 4, а) и в дальнейшем этот материал при операции обрезка идет в отход. При вытяжке же расчетной заготовки фланец имеет более равномерную величину по всему контуру (рис. 4, б).

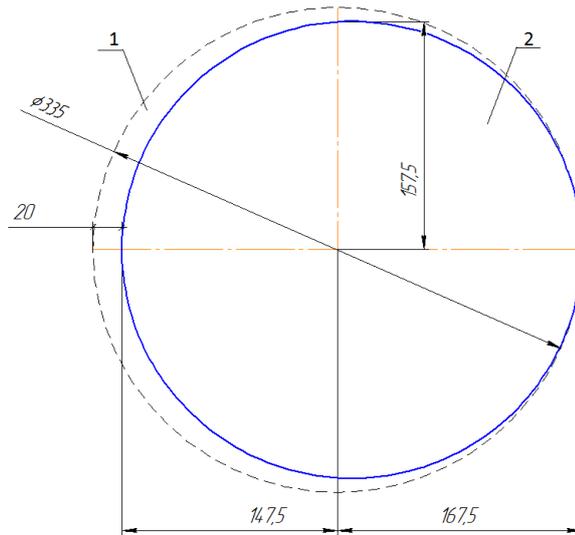


Рис. 3. Расчетная и круглая заготовки (1-круглая заготовка, 2-расчетная заготовка)

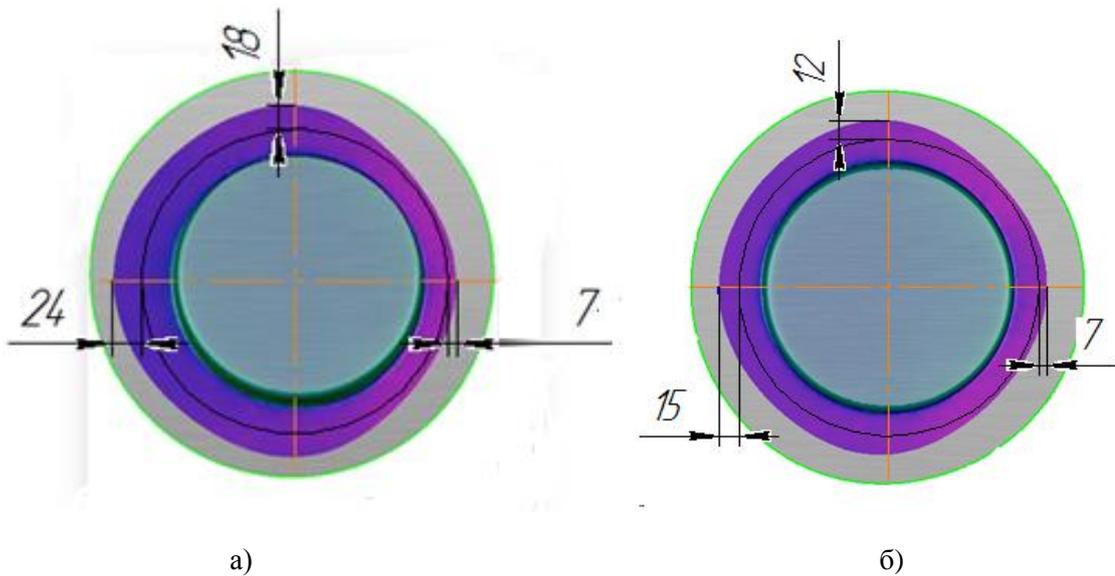


Рис. 4. Контур детали, полученный при моделировании (а) круглой и (б) расчетной заготовки

## 2. Сравнение предельных коэффициентов для вытяжек деталей с наклонным и плоским фланцами.

Так как деталь имеет наклонный фланец, и для нее в литературе нет данных по предельному коэффициенту вытяжки, то возникает необходимость нахождения его величины и сравнение его с предельным коэффициентом вытяжки детали с плоским фланцем.

В программном комплексе Autoform было проведено моделирование нескольких вариантов вытяжки детали с наклонным и плоским фланцем. В Таблице 1 приведены FLD- диаграммы и поля штампуемости деталей, для различных коэффициентов вытяжки. Заготовки для данного исследования выбираются круглой формой.

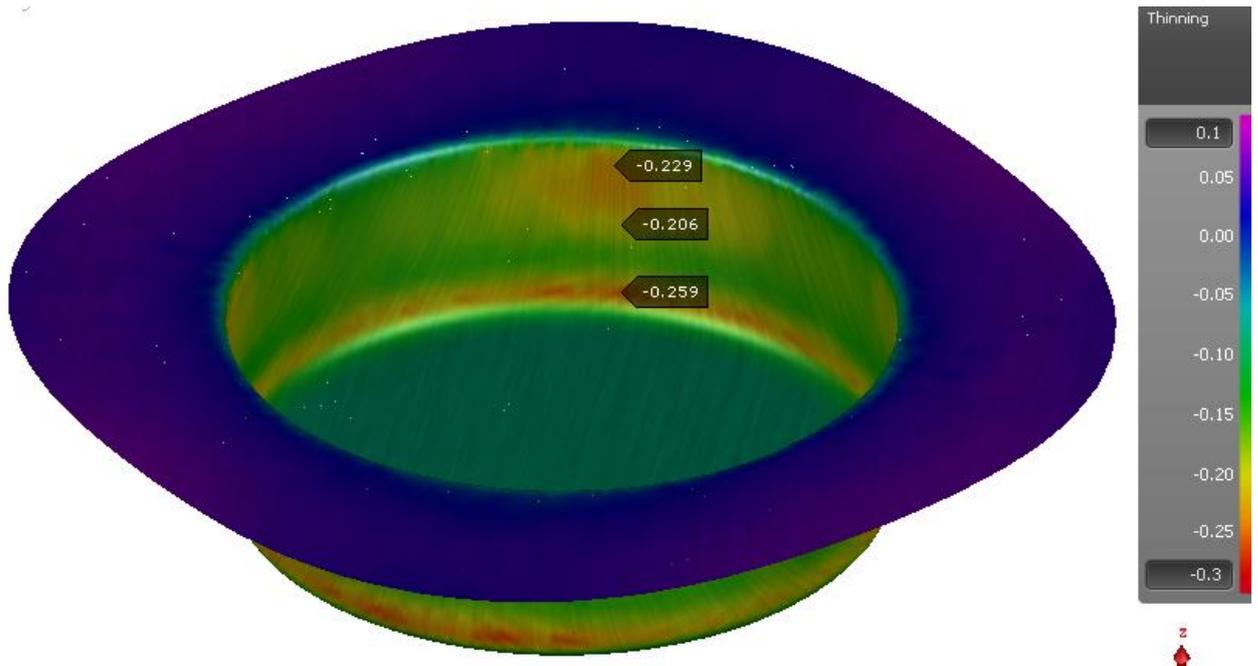
Таблица 1. Варианты вытяжки детали с наклонным и плоским фланцами

m	0,54	0,536	0,517	0,513
Плоский фланец	<p>Вход в зону риска</p>	<p>Разрушение</p>	-	-
	<p>Без разрушения</p>	<p>Без разрушения</p>	<p>Без разрушения</p>	<p>Разрушение</p>
Наклонный фланец	<p>Без разрушения</p>	<p>Без разрушения</p>	<p>Без разрушения</p>	<p>Разрушение</p>

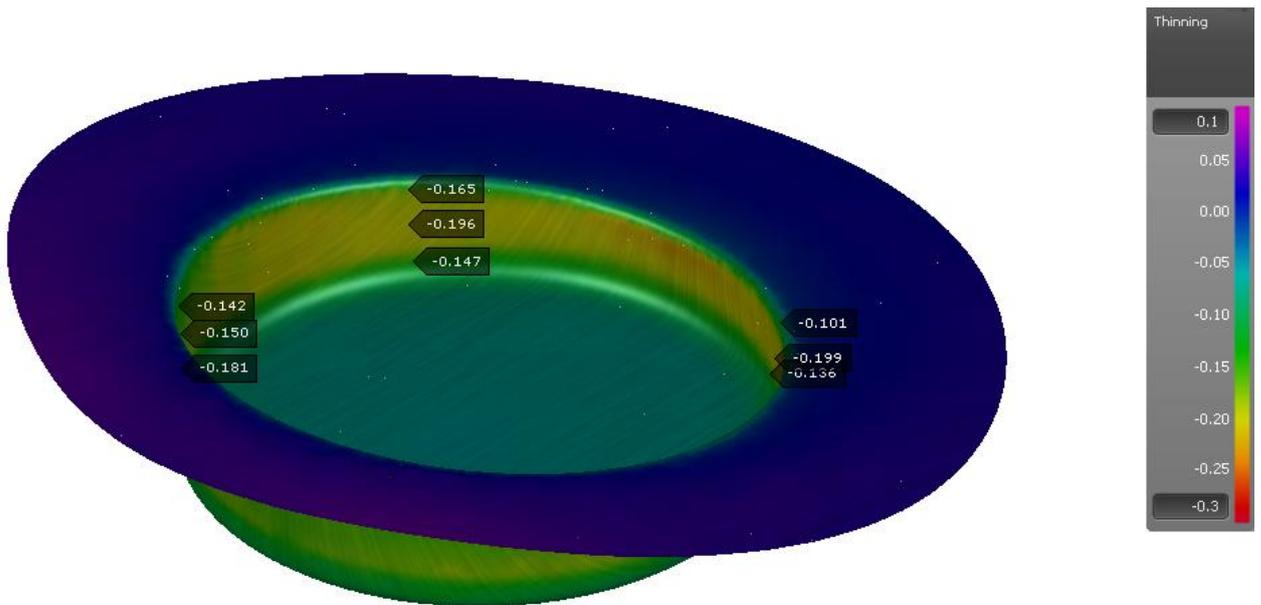
Как видно по Таблице 1 на FLD- диаграмме для  $m=0,54$  (предельный коэффициент по [2]) при вытяжке детали с плоским фланцем возникает вероятность разрушения. При уменьшении коэффициента вытяжки до  $m=0,536$  в детали происходит отрыв дна, а у детали с наклонным фланцем при этом коэффициенте процесс вытяжки протекает без разрушения. Промоделировав еще несколько вариантов, определяем предельный коэффициент вытяжки для детали с наклонным фланцем, который составляет  $m=0,513$ . В итоге, за счет локализации очага пластических деформаций, предельный коэффициент вытяжки для деталей с наклонным фланцем меньше на 4%.

Полученные результаты можно объяснить тем, что в начальный момент деформации происходит процесс формовки, и материал утоняется. При деформации детали с плоским фланцем происходит контакт заготовки с пуансоном по всей поверхности одновременно, а при деформации с наклонным фланцем пуансон

деформирует заготовку постепенно (рис. 2,а). И как видно на рис. 5,а,б утонение в цилиндрической части стаканчика, в случае детали с плоским фланцем больше. Толщина детали напрямую влияет на ее прочность, поэтому для детали с плоским фланцем, где утонение больше на 29%, предельный коэффициент вытяжки выше и отрыв дна происходит ранее, чем для вытяжки детали с наклонным фланцем. Так же напряжения в цилиндрической части стакана у детали с наклонным фланцем меньше на 10% (рис. 6,а, б), вследствие чего утонение меньше, и разрушение происходит позже, чем у детали с плоским фланцем.

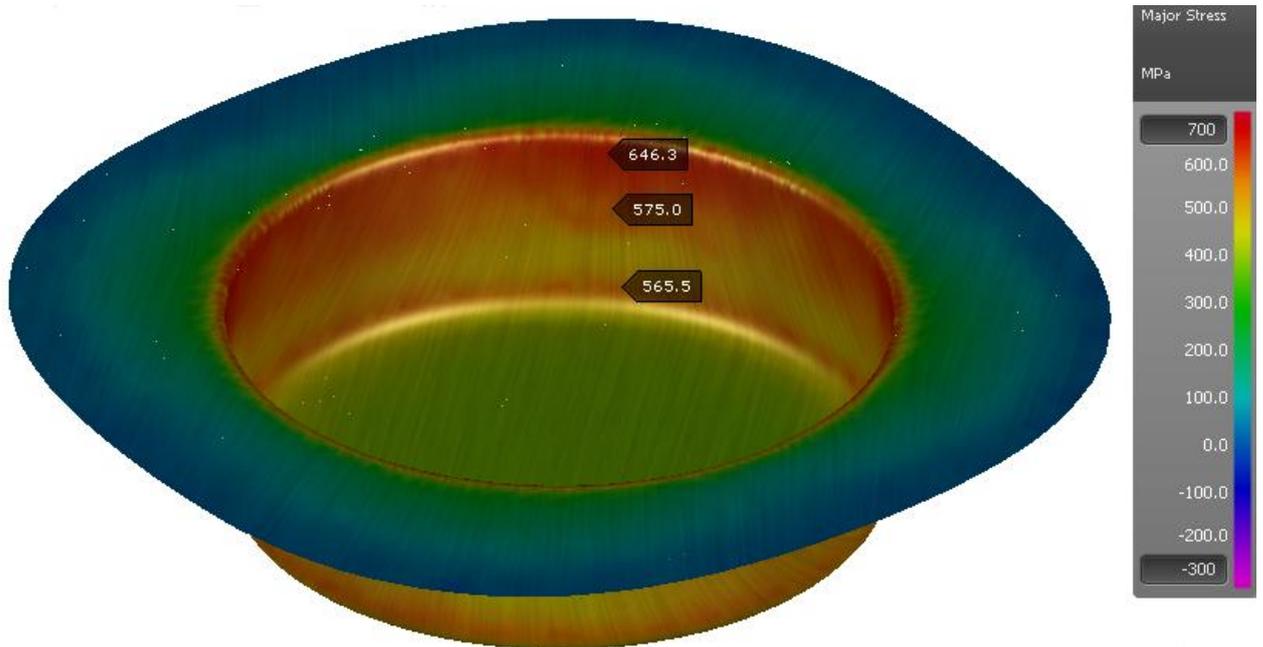


а)

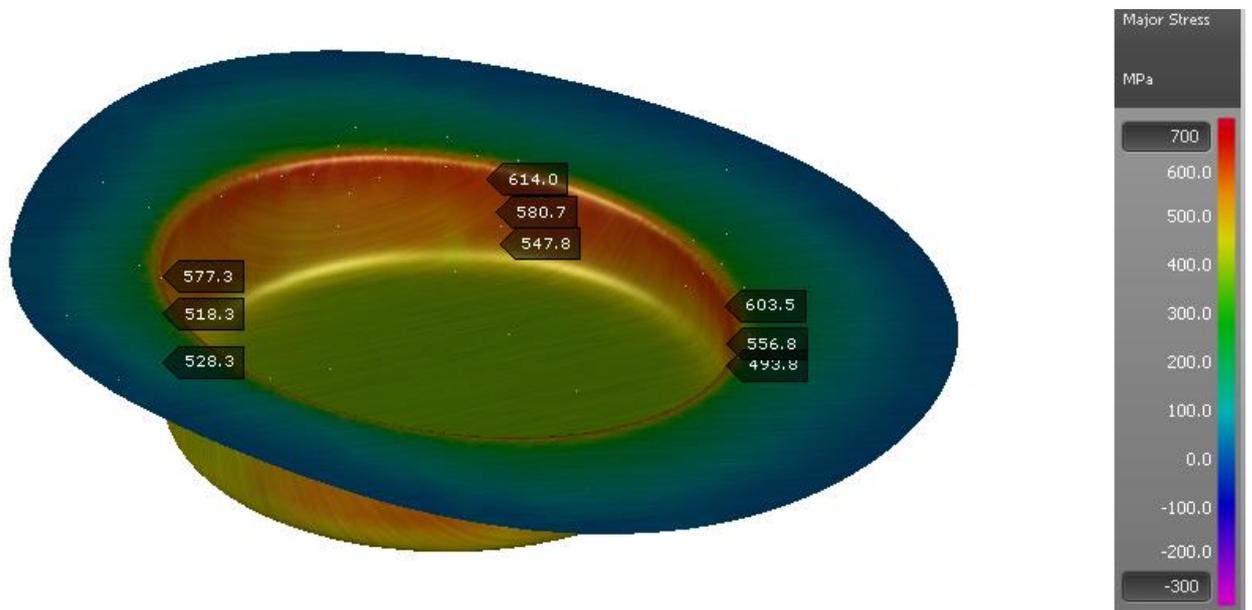


б)

Рис. 5. Утонение при вытяжке детали (а) с плоским и (б) наклонным фланцем



а)



б)

Рис. 6. Напряжения при вытяжке детали (а) с плоским и (б) наклонным фланцем

### 3. Проектирование штампа совмещенного действия вытяжка-пробивка.

Для изготовления данной детали используем многопозиционный листоштамповочный пресс-автомат, так как производство массовое и количество операций 6. Необходимая сила деформирования  $P=1700$  кН, поэтому выбираем пресс-автомат АБ6136. Так как деталь с наклонным фланцем для правильного

позиционирования заготовки был спроектирован следующий штамп совмещенного действия вытяжка-пробивка (рис. 7). Штамп с нижним расположением пробивных матриц 6 и вытяжного пуансона 1 и верхним расположением пуансонов пробивки 11 и матрицы вытяжки 2. Заготовка укладывается на прижим-съемник 8 и при опускании верхней плиты штампа фиксируется клиновым фиксатором 17, закрепленный на матрицедержателе 3. При ходе ползуна прессы вниз пуансон вытяжки 1 вытягивает «Стаканчик». В конце операции вытяжка, при опускании верхней плиты 19 пробивные пуансоны выполняет пробивку отверстий. Прижим фланца заготовки в процессе вытяжки производят прижимом-съемником 8. Удаление детали после штамповки из вытяжной матрицы осуществляется с помощью прижима дна-выталкивателя 4 со встроенными в нем отлипателями и толкателя 5. Для удаления детали с пуансона вытяжки служит прижим-съемник посредством толкателей 13. Шпонка 45 предназначена для фиксирования прижима-съемника. Упор 16 предназначен для ограничения хода прижима дна.

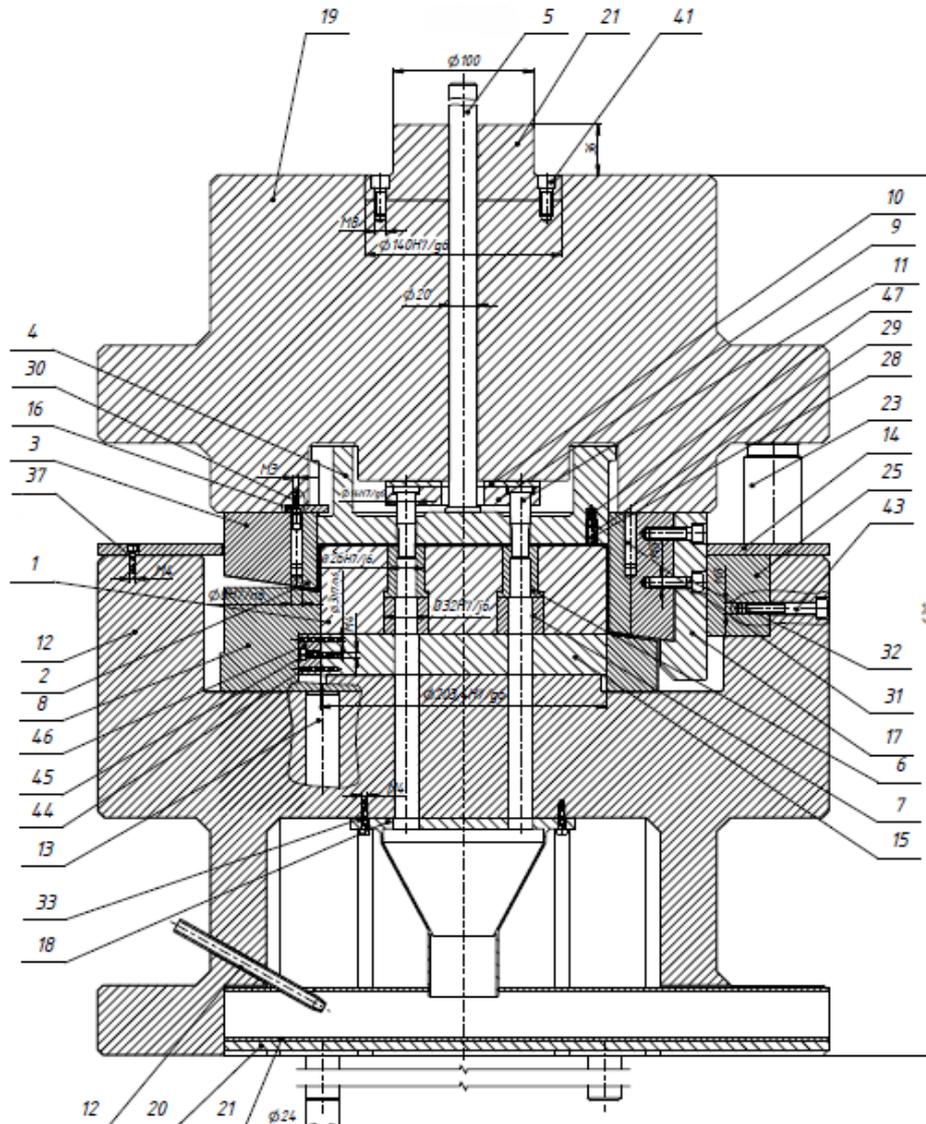


Рис. 7. Штамп совмещенного действия вытяжка-пробивка

**Выводы:**

При вытяжке деталей с наклонным фланцем можно повысить коэффициент использования материала путем расчета формы заготовки. КИМ для расчетной заготовки составляет 50%, а для круглой заготовки 44%.

Вытяжка с наклонным фланцем позволяет увеличить степень формоизменения за счет локализации очага пластической деформации на начальном этапе деформирования. Для рассмотренной детали с наклонным фланцем предельный коэффициент вытяжки составил  $m=0,513$ , с плоским  $m=0,536$ .

Анализ литературных источников показал, что схема вытяжки с наклонным фланцем не рассматривается как возможность интенсификации процесса листовой штамповки [4]. По типам интенсификации данную схему можно отнести к интенсификации по форме инструмента, представленной также в работе [5].

**Литература**

1. Справочник конструктора штампов: Листовая штамповка/Под общ. ред. Л. И. Рудмана. – М.: Машиностроение, 1988. – 496 с.: ил. – (Б-ка конструктора).
2. Справочник по холодной штамповке/Под общ. ред. Романовский В.П. М.: Издательство «Машиностроение» 1979г.
3. Технология и автоматизация листовой штамповки: Учебник для вузов/ Е.А. Попов, В.Г. Ковалев, И.Н. Шубин, М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. 480с., ил.
4. Ершов В.И, Глазков В.И, Каширин М.Ф. Совершенствование формоизменяющих операций листовой штамповки. – М. : Машиностроение, 1990. – 312 с.
5. Кривошеин В.А. Интенсификация процесса обжима посредством выбора геометрии поверхности контакта заготовки с матрицей // Заготовительные производства в машиностроении. – 2011. – № 6. – С. 15–18.