

ИССЛЕДОВАНИЕ СОВМЕЩЕННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВЫТЯЖКИ И ОТБОРТОВКИ ПРОФИЛЬНЫХ КОЛЕЦ

Петрушина Марина Михайловна

Руководитель – проф., д.т.н. Евсюков Сергей Александрович

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Вариантов изготовления профильных колец с U-образной образующей существует несколько, в том числе на некоторых предприятиях подобные кольца изготавливают обработкой резанием, что приводит к большой потере металла и является очень трудоемким процессом. Методы листовой штамповки позволяют сократить время на обработку и количество отходов металла. Существуют варианты изготавливать кольца комбинированной или трехпереходной вытяжкой. Но именно совмещение двух операций листовой штамповки (вытяжки и отбортовки) в одном переходе позволяет получить деталь необходимой формы и размеров за один переход, используя, таким образом, минимальное количество штампов, минимальное время изготовления и получая наименьший отход металла из возможных вариантов.

Анализ формоизменения, напряженного и деформированного состояний заготовки осуществлен численно методом конечных элементов на

ЭВМ с использованием специализированной программы AutoForm, в которой непрерывная среда заменена большим количеством малых, но конечных по размерам элементов и исходная система дифференциальных уравнений преобразуется в систему линейных алгебраических уравнений.

Одной из проблем изготовления профильных колец совмещением вытяжки и отбортовки является возможность получения колец с высотами наружной и внутренней стенки, отличными от требуемых.

Для того чтобы выяснить как соотношение коэффициентов вытяжки и отбортовки может повлиять на высоту внутренней или наружной стенки, возьмем кольцо типоразмера, показанного на рис.1, и будем увеличивать сначала наружный диаметр кольцевой заготовки, а затем уменьшать диаметр отверстия кольцевой заготовки, меняя таким образом коэффициенты вытяжки и отбортовки.

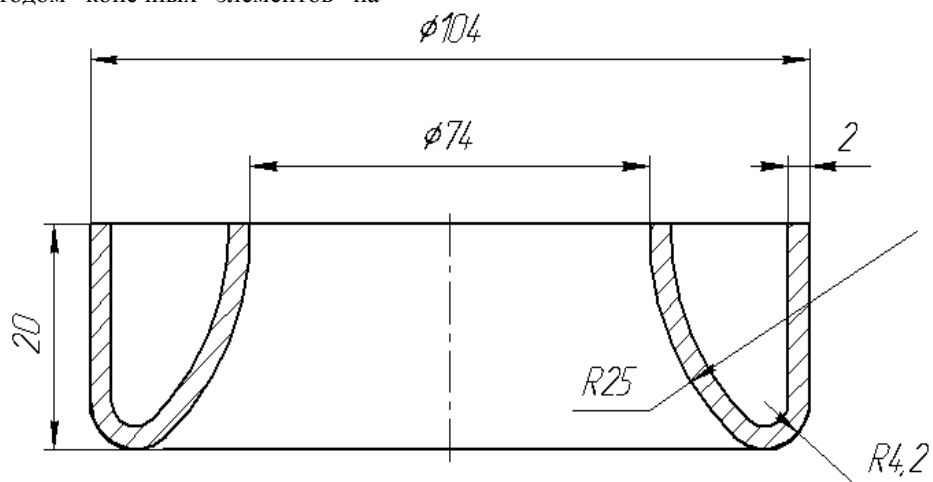


Рис.1. Чертеж типоразмера исходного кольца.

Коэффициент вытяжки определяем по формуле (1).

$$k_{\text{выт}} = \frac{D_{\text{заг}}}{D}, \quad (1)$$

где $D_{\text{заг}}$ – диаметр кольцевой заготовки, D – наружный диаметр профильного кольца.

Коэффициент отбортовки определяем по формуле (2).

$$k_{\text{отб}} = \frac{D_{\text{б}}}{D_{\text{отв}}}, \quad (2)$$

где $D_{\text{б}}$ – внутренний диаметр (диаметр борта) профильного кольца, $D_{\text{отв}}$ – диаметр отверстия кольцевой заготовки.

Очевидно, что при изменении одного размера кольцевой заготовки одна из стенок должна изменять свою высоту, но при условии отсутствия «перетяжки» высота второй стенки не должна изменяться. Однако моделирование показало, что это условие выполняется не всегда.

Рассмотрим влияние изменения коэффициента вытяжки наружной стенки на высоту стенки внутреннего борта, получаемого отбортовкой. Моделирование показало, что с увеличением коэффициента вытяжки высота стенки внутреннего борта уменьшается (рис. 2, 3, 4) и в определенный момент операция отбортовки прекращает выполняться, происходит только операция вытяжки (рис. 5).

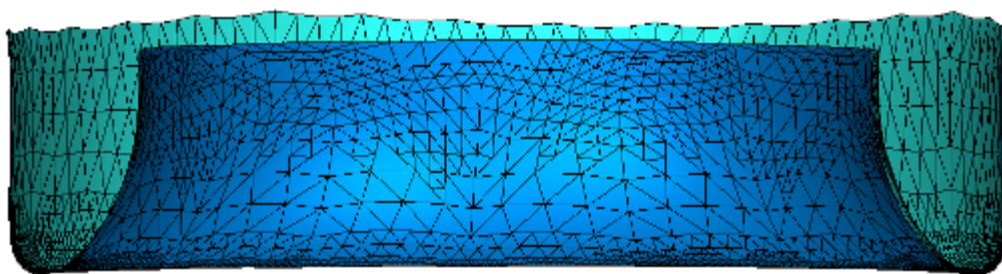


Рис.2. Разрез детали, полученной при соотношении $k_{отб}/k_{выт}=1,34$.

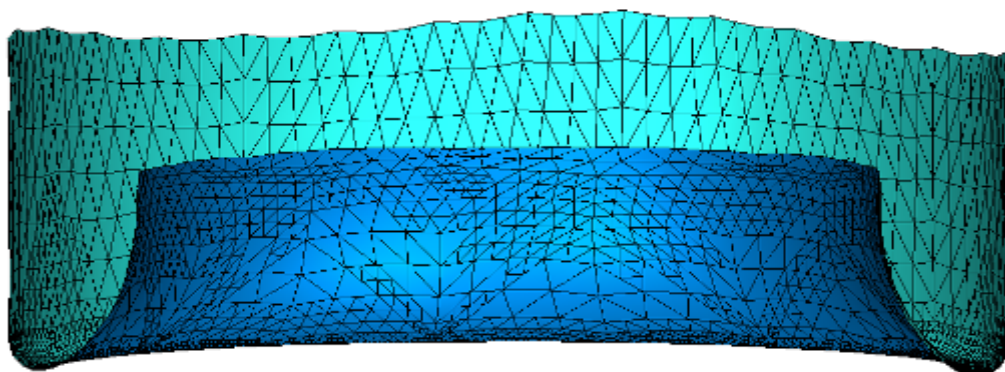


Рис.3. Разрез детали, полученной при соотношении $k_{отб}/k_{выт}=1,23$.

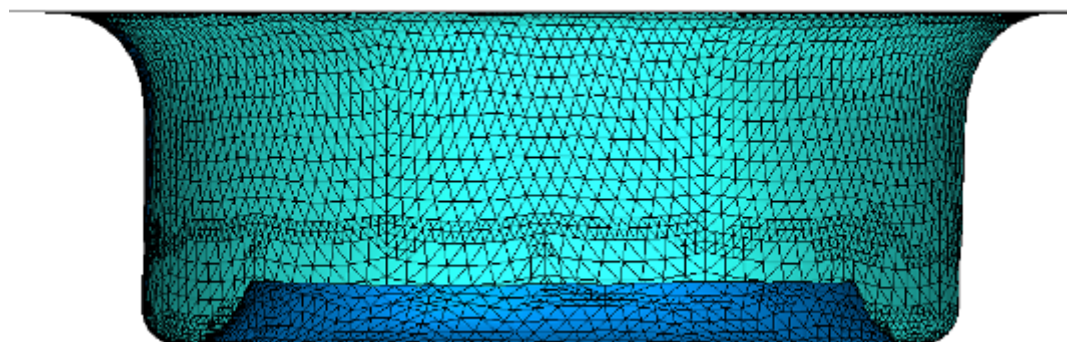


Рис.4. Разрез детали, полученной при соотношении $k_{отб}/k_{выт}=1,15$.

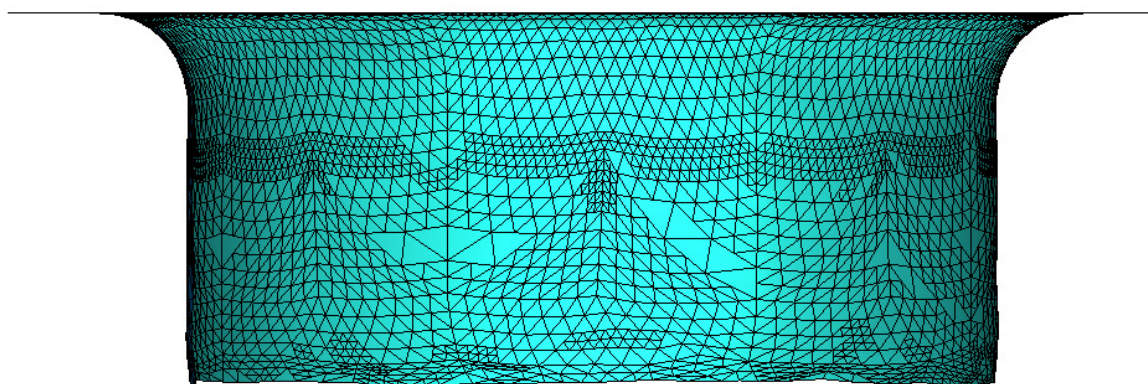


Рис.5. Разрез детали, полученной при соотношении $k_{отб}/k_{выт}=1,12$.

Рассматривая зависимость относительной высоты внутренней стенки кольца от отношения коэффициентов вытяжки и отбортовки, получаем следующий график (рис.6). В качестве относитель-

ной высоты борта взято соотношение полученной высоты к высоте исходной детали. В соотношении коэффициентов коэффициент отбортовки неизменен.

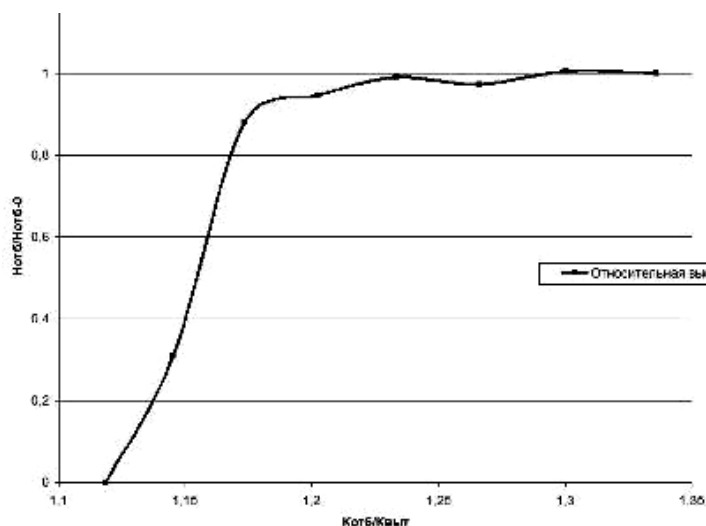


Рис.6. Зависимость относительной высоты борта от отношения коэффициентов вытяжки и отбортовки.

Как видно из графика, при увеличении коэффициента вытяжки до значения, при котором $k_{отб}/k_{выт}=1,2$, наблюдается незначительная «перетяжка», высота борта уменьшена не более, чем на 2% по сравнению с исходной. При дальнейшем увеличении коэффициента вытяжки высота борта резко уменьшается, «перетяжка» становится явной, из чего можно сделать вывод о существовании кри-

тического соотношения коэффициентов вытяжки и отбортовки.

При проведении моделирования с уменьшением отверстия заготовки, то есть с изменением коэффициента отбортовки, высота наружной стенки, получаемой вытяжкой, менялась незначительно, в пределах 2,5% (рис.7), что говорит об отсутствии «перетяжки» в сторону отбортовки.

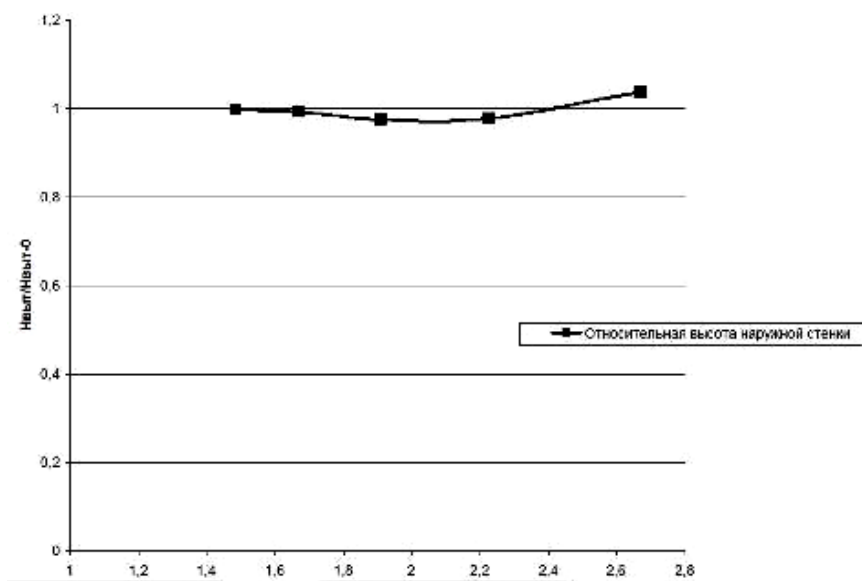


Рис.7. Зависимость относительной высоты наружной стенки от отношения коэффициентов вытяжки и отбортовки.

На графике в качестве относительной высоты наружной стенки взято соотношение полученной высоты к высоте исходной детали. В соотношении коэффициентов коэффициент вытяжки неизменен. Дальнейшее увеличение коэффициента отбортовки для выявления возможной критической точки для данного типоразмера ограничено образованием трещин у горловины борта.

Таким образом, по результатам моделирования можно сделать вывод о том, что возникнове-

ние «перетяжки» в сторону вытяжки при изготовлении профильных колец совмещением вытяжки и отбортовки наиболее вероятно, в частности из-за ограничения операции отбортовки по допускаемым коэффициентам отбортовки. При проектировании технологического процесса совмещения вытяжки и отбортовки необходимо учитывать возможность «перетяжки», корректируя технологию процесса или конструкцию инструмента.