

**Анализ технологических возможностей изготовления полых изделий  
различными способами вытяжки**

Студенты гр. 10402128: Савчик И.А., Чаботар И.С., Чертович Г.А.  
Научный руководитель Любимов В.И.  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

В листоштамповочном производстве операцию вытяжки применяют для изготовления полых изделий из листовых заготовок. Наибольшее распространение получили способы вытяжки без принудительного утонения и с принудительным утонением стенки получаемого изделия. При вытяжке без принудительного утонения заготовки (рисунок 1а) односторонний зазор  $Z$  между матрицей и пуансоном назначается больше толщины исходной заготовки  $S_0$ .

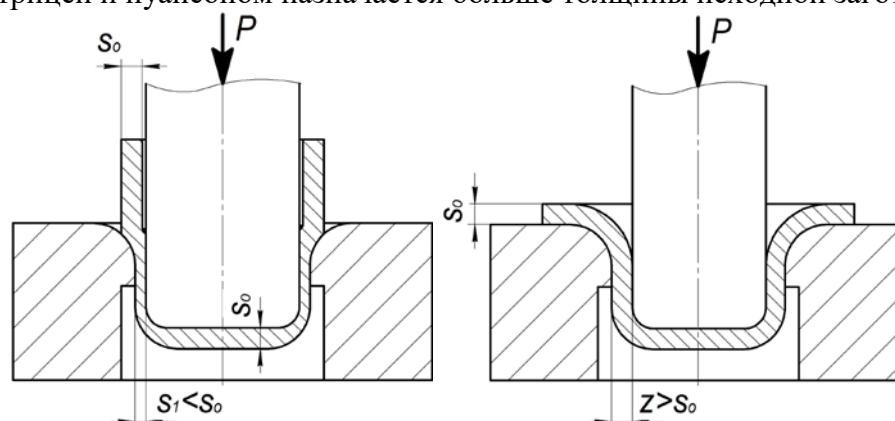


Рисунок 1 — Схема вытяжки без принудительного утонения (а)  
и с принудительным утонением (б)

Толщина стенки вытянутого изделия неодинакова по длине. В нижней части изделия в зоне сопряжения дна со стенкой (опасное сечение) толщина стенки меньше толщины исходной заготовки на 15-20%, а у верхней кромки изделия превышает ее на 20-30%. Из-за анизотропии механических свойств листового металла толщина стенки изделия неодинакова и по ее периметру. Набор высоты изделия обеспечивается за счет уменьшения диаметра заготовки. Величина максимально возможного формоизменения, а, следовательно, и максимально возможная высота изделия определяется предельно допустимым коэффициентом вытяжки, представляющим отношение диаметра изделия к диаметру заготовки  $m_d = d/D$ . Величина допустимого формоизменения заготовки ограничивается либо ее разрушением в опасном сечении, либо потерей устойчивости фланцевой части заготовки в процессе ее деформирования, приводящей к появлению складок. С учетом утолщения краевой части заготовки зазор между пуансоном и матрицей принимается на 25–30% больше толщины исходной заготовки.

При вытяжке из плоской заготовки (свертке) можно получить полое изделие с ограниченным отношением высоты к диаметру ( $H/d = 0,5 \dots 0,8$ ). Для изготовления деталей с большим отношением высоты к диаметру осуществляют многопереходную вытяжку.

Способ вытяжки с принудительным утонением применяется для получения изделий с постоянной толщиной стенки по высоте и периметру изделия. Зазор между матрицей и пуансоном принимается меньшим толщины исходной заготовки (рисунок 1 б). Набор высоты вытягиваемого изделия обеспечивается за счет уменьшения толщины стенки полый заготовки в вытяжном зазоре при практически неизменном ее диаметре. Степень формоизменения заго-

товки при вытяжке с утонением оценивают коэффициентом утонения, представляющим отношение толщины стенки изделия к толщине заготовки  $m_s = s_1/s_0$ . Вытяжка с принудительным утонением стенки позволяет получать за один переход большее приращение высоты изделия, чем при вытяжке без утонения стенки.

Способ комбинированной вытяжки, совмещающий оба рассмотренных выше способа, позволяет существенно интенсифицировать процесс изготовления полых изделий. При комбинированной вытяжке (рисунок 2) увеличение отношения высоты детали к ее диаметру обеспечивается одновременным уменьшением и диаметра заготовки и ее толщины. Поэтому при комбинированной вытяжке прирост высоты детали за один переход может быть значительно больше, чем за один переход вытяжки без утонения или только с утонением стенки.

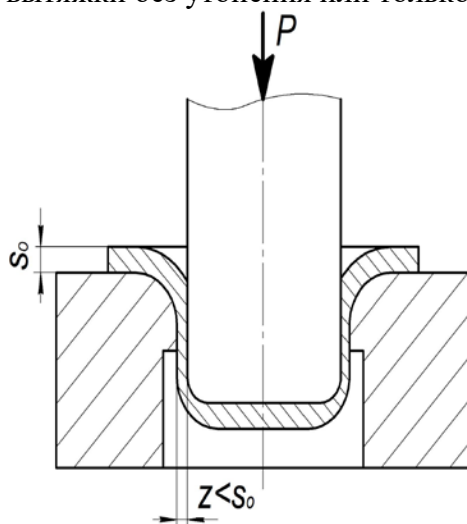


Рисунок 2 – Схема комбинированной вытяжки

При комбинированной вытяжке деформирование заготовки происходит и по периметру заготовки и по ее толщине, поэтому технологическое усилие значительно увеличивается по сравнению с усилиями отдельных процессов вытяжки, составляющих комбинированный процесс. Степень формоизменения заготовки при комбинированной вытяжке оценивают коэффициентом  $m = m \cdot m_s$ .

Очаг пластической деформации при комбинированной вытяжке состоит из двух зон: зоны вытяжки и зоны принудительного утонения. Можно выделить две стадии процесса комбинированной вытяжки. Первая стадия соответствует обычной вытяжке плоской заготовки до начала ее принудительного утонения, а вторая – собственно комбинированному процессу, характеризующемуся наличием в очаге пластической деформации двух зон: зоны вытяжки и зоны принудительного утонения. На второй стадии происходит деформирование заготовки по толщине стенки и завершение деформирования ее по периметру.

Переход первой стадии во вторую является критическим моментом, когда возможно разрушение заготовки. Чтобы предотвратить возможное разрушение заготовки вторую стадию процесса следует начинать в фазе снижения усилия первой стадии, чтобы максимумы усилий на этих стадиях процесса не совпадали. Для оптимального расчленения процесса комбинированной вытяжки на стадии, необходимо использовать матрицу с конусной заходной частью, диаметр входной кромки которой, определяется из условия равенства конической поверхности матрицы и боковой поверхности конического полуфабриката.

Комбинированная вытяжка позволяет получать изделия такой высоты, которая может быть достигнута за 2 – 3 перехода вытяжки без утонения или два перехода вытяжки с утонением (свертка + протяжка).