

### Анализ технологических возможностей получения полых цилиндрических изделий методом комбинированной вытяжки

Студенты гр. 104411 Пригара П.В., Приступа А.С.  
 Научный руководитель – Любимов В.И.  
 Белорусский национальный технический университет  
 г. Минск

Вытяжка – операция листовой штамповки, с помощью которой получают полые детали. Наибольшее распространение получил способ вытяжки без принудительного утонения заготовки (рисунок 1). Набор высоты получаемого изделия достигается при этом способе за счет уменьшения диаметра заготовки. Основным недостатком способа является то, что толщина стенки изделия неодинакова по высоте. В общем случае толщина стенки детали у дна меньше толщины исходной заготовки на 15-20%, а у верхней кромки на 20-40% больше. Кроме того, из-за анизотропии механических свойств листового металла толщина стенки изделия неодинакова и по периметру. Таким образом, требования чертежа, предусматривающего обычно постоянную толщину стенки и одинаковый диаметр по всей высоте детали, при вытяжке без утонения никогда не выполняются.

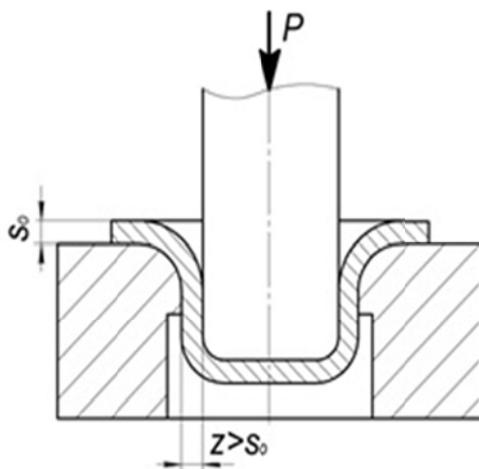


Рисунок 1 – Схема вытяжки

Величина допустимого формоизменения в каждом переходе вытяжки обычно ограничивается разрушением заготовки в опасном сечении или потерей устойчивости заготовки в процессе деформирования. Потеря устойчивости приводит к появлению складок, искажающих форму заготовки и получаемого изделия, а иногда и к разрушению, когда образовавшиеся складки застревают в зазоре между пуансоном и матрицей.

Степень формоизменения заготовки оценивается либо коэффициентом вытяжки, представляющим отношение диаметра изделия к диаметру заготовки  $m_d = d/D$ , либо степенью вытяжки  $K_d = 1/m_d = D/d$ . Сложность и длительность технологического процесса получения деталей вытяжкой зависит от величины допустимого формоизменения заготовки за один переход. При предельном коэффициенте вытяжки фланец заготовки может быть полностью втянут в отверстие матрицы с образованием цилиндрического стакана. Если же коэффициент вытяжки будет меньше предельного, то фланец заготовки не может быть полностью протянут через отверстие матрицы, так как максимальное растягивающее напряжение  $\sigma_p$  в опасном сечении достигает предела прочности материала  $\sigma_b$  и происходит обрыв дна. В соответствии с этим при вытяжке из плоской заготовки можно получить детали с ограниченным отношением высоты к диаметру ( $H/d = 0,5 \dots 0,8$ ).

Для получения деталей с большим отношением высоты к диаметру вытяжку приходится осуществлять за несколько переходов, причем заготовкой для вытяжки на последующих переходах является цилиндрический стакан, полученный на предыдущем переходе вытяжки. При этом предельный коэффициент вытяжки на каждом последующем переходе увеличивается (степень допустимого формоизменения заготовки уменьшается). Это объясняется тем, что из-за упрочнения материала пластичность его существенно снижается. При многократной вытяжке без межоперационных отжигов упрочнение заготовки может привести к исчерпанию ресурса пластичности.

При вытяжке без утонения стенки зазор между пуансоном и матрицей обычно берется несколько большим, чем толщина заготовки (иногда с учетом возникающего при вытяжке утолщения краевой части заготовки).

Для получения изделий с постоянной толщиной стенки по высоте и периметру изделия на производстве используется способ вытяжки с принудительным утонением заготовки (протяжка). Зазор между пуансоном и матрицей берется меньше исходной толщины заготовки (рисунок 2).

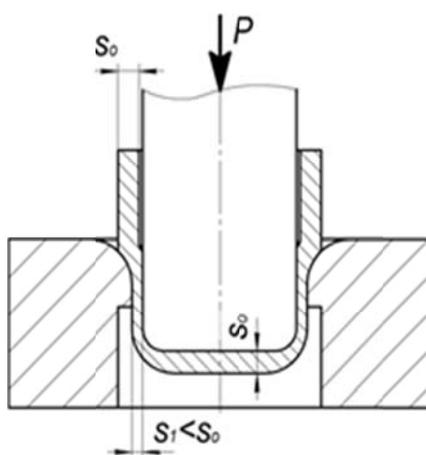


Рисунок 2 – Схема вытяжки с утонением

При этом набор высоты изделия происходит за счет уменьшения толщины стенки полдой заготовки в вытяжном зазоре при практически неизменном ее диаметре. При протяжке деформацию по толщине заготовки оценивают коэффициентом утонения  $m_s = s_1/s_0$  или степенью утонения  $K_s = 1/m_s = s_0/s_1$ .

Вытяжка с утонением стенки применяется, как правило, при изготовлении деталей с большим отношением высоты к диаметру, для которых требуется, или допускается, чтобы толщина доньшка была больше толщины стенки. Еще одним достоинством вытяжки с утонением стенки является возможность получения за один переход большего приращения отношения высоты к диаметру, чем при вытяжке без утонения стенки.

Одним из показателей производительности процесса вытяжки является относительная глубина вытяжки  $H_d = H/d$  (где  $H$  – высота, а  $d$  – диаметр изделия). Интенсифицировать процесс вытяжки можно путем совмещения в одном штамповочном переходе двух вышерассмотренных способов вытяжки. При комбинированной вытяжке (рисунок 3) увеличение отношения высоты детали к ее диаметру обеспечивается одновременным уменьшением и диаметра заготовки и ее толщины.

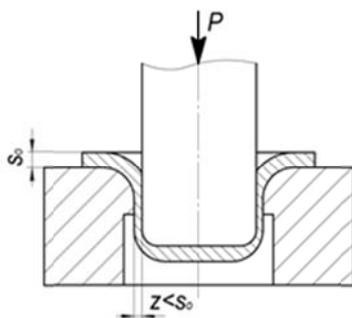


Рисунок 3 – Схема комбинированной вытяжки

Поэтому при комбинированной вытяжке прирост отношения высоты детали к ее диаметру за один переход может быть значительно больше, чем за один переход вытяжки без утонения или только с утонением стенки.

Очаг пластической деформации при комбинированной вытяжке состоит из двух зон: зоны вытяжки и зоны принудительного утонения. Силы трения из-за больших контактных давлений в зоне утонения достигают значительной величины. Удлинение заготовки при утонении ее стенки приводит к тому, что в очаге деформации она скользит вверх по пуансону, а силы трения на внутренней поверхности заготовки действуют в направлении движения пуансона, разгружая опасное сечение. Это обеспечивает возможность значительного приращения относительной высоты изделия за один переход вытяжки.

УДК 621.7.044

### **Ресурсосберегающая технология скоростного горячего выдавливания биметаллического стержневого инструмента**

Студент гр. 104411 Шиманский И.А.

Научный руководитель – Власов В.В.

Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

В настоящее время в Республике Беларусь остро стоит вопрос создания современных, оснащенных прогрессивными техпроцессами и оборудованием, специализированных предприятий по проектированию и изготовлению высококачественной технологической оснастки и инструмента. Как показывает мировой промышленный опыт, машиностроительным предприятиям необходимо применять инструмент, штампы и пресс-формы качеством на порядок выше, чем выпускаемая продукция. Это связано с усложнением выпускаемой продукции и сокращением ее жизненного цикла в соответствии с требованиями рынка.

Благодаря ряду преимуществ, (адиабатные условия протекания процесса, снижение контактного трения, благоприятное действие сил инерции, способствующие лучшему заполнению матричной полости и т.д.) процессы скоростного формоизменения, особенно скоростного горячего выдавливания (СГВ), создают эффективные условия для обработки малопластичных и труднодеформируемых материалов, широко используемых в инструментальном производстве. В связи с тем, что высокоскоростная штамповка обеспечивает получение точных заготовок с повышенными механическими свойствами, она может быть использована как технологический процесс изготовления стержневых деталей штамповой оснастки

Для проведения исследований были выбраны представители штамповых сталей: 5ХНМ и 45ХЗВЗМФС (ДИ23), широко используемых для изготовления стержневых деталей кузнечных штампов в инструментальном производстве. В качестве материала основы была выбрана легированная конструкционная сталь 40Х.