

УДК 621.983.321/324

Особенности вытяжки полых двухслойных изделий из плоских составных заготовок

Студенты гр.104425 Мухо А.Д., Подгорный Д.В.
Научный руководитель – Любимов В.И.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Широкое применение в ряде отраслей народного хозяйства дефицитных и дорогостоящих цветных металлов и сплавов остро ставит вопрос их экономии. В номенклатуре продукции, которую целесообразно изготавливать из биметаллического проката, значительную долю составляют изделия типа тонкостенных оболочек (сосуды, гильзы, изолирующие экраны, теплообменники, подшипники и др.). Возможны два варианта изготовления полых двухслойных изделий методами обработки давлением: пластическим формоизменением двухслойного проката (листы, трубы) и совместным пластическим формоизменением составных заготовок. Широкое применение биметаллического проката сдерживается недостаточной номенклатурой его выпуска, сложностью технологии изготовления и высокой стоимостью. Во многих случаях из-за высокой стоимости биметаллов их применение становится нерентабельным. Кроме того, биметаллический прокат имеет, как правило, пониженную пластичность, что обусловлено невозможностью проведения его полного отжига при резко отличающихся физико-химических свойствах слоев и наличием хрупких интерметаллидных зон на межслойной поверхности.

Во многих случаях наличие металлической связи между слоями изделия не является обязательным. Это создает возможность изготовления таких изделий из обычного однослойного проката при значительном снижении себестоимости изделий.

Процесс комбинированной вытяжки, положенный в основу технологии изготовления полых тонкостенных многослойных изделий, позволяет использовать составные заготовки без специальной подготовки контактных поверхностей. Отсутствие металлической связи между слоями составной заготовки обуславливает ряд отличительных особенностей при ее пластическом формоизменении по сравнению с формоизменением биметаллической заготовки.

Комбинированная вытяжка двухслойных заготовок характеризуется наличием в очаге деформации трех контактных поверхностей: поверхностей контакта заготовок с инструментом и межслойной поверхности. При комбинированной вытяжке скорости перемещения слоев определяются их сопротивлением пластической деформации и в общем случае различны. Следствием этого является возникновение на межслойной поверхности сил контактного трения. В слое, движущемся в очаге деформации с большей скоростью, силы межслойного трения направлены противоположно направлению его перемещения, а в слое, движущемся с меньшей скоростью, направления сил трения и его перемещения совпадают. При комбинированной вытяжке большую скорость перемещения имеет слой с большим сопротивлением пластическому деформированию (более твердый). В результате силы межслойного трения создают в твердом слое дополнительные растягивающие, а в мягком слое – дополнительные сжимающие напряжения. Значения дополнительных напряжений в слоях заготовки, вызванных силами межслойного трения, зависят от степени утонения.

Силы трения на поверхностях контакта составной заготовки с инструментом ориентированы противоположно направлениям перемещения слоев. В соответствии с этим, в зоне утонения действие контактных сил трения на прилегающий слой будет различным. Наружный слой скользит по матрице, следовательно, контактные силы трения здесь ориентированы противоположно направлению вытяжки. В то же время за счет утонения заготовка удлиняется и внутренний слой скользит по пуансону противоположно вытяжке, а, следовательно, контактные силы трения здесь ориентированы по направлению вытяжки.

Действие межслойных сил трения приводит к увеличению меридиональных растягивающих напряжений в твердом слое и к уменьшению их в мягком слое. В связи с этим предельная степень утонения твердого слоя снижается, а мягкого – увеличивается по отношению к предельной степени утонения при однослойной вытяжке этих материалов.

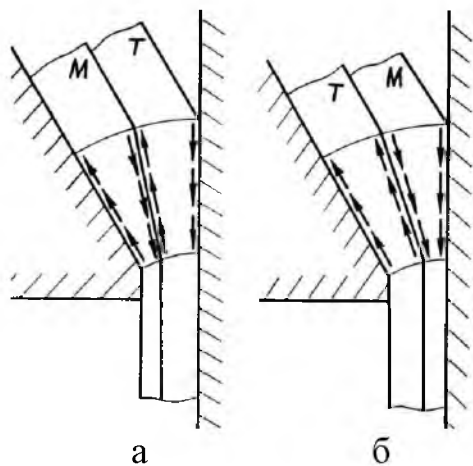


Рисунок 1 – Схема действия контактных и межслойных сил трения в зоне утонения при внутреннем (а) и наружном (б) расположении твердого слоя

На рис. 1 приведены схемы действия контактных и межслойных сил трения в зоне утонения. При наружном расположении мягкого слоя (рис. 1,а) направление действия контактных и межслойных сил трения на мягкий слой аналогично направлению действия сил трения при однослойной вытяжке. При этом твердый слой играет роль пуансона по отношению к мягкому слою. Растягивающее действие межслойных сил трения на твердый слой в некоторой степени компенсируется противоположным действием контактных сил трения по пуансону. При наружном расположении твердого слоя (рис. 1,б) растягивающее действие контактных и межслойных сил трения на него суммируется, а мягкий слой разгружается не только действием сил трения по пуансону, но и действием сил межслойного трения. Таким образом, независимо от компоновки составной заготовки, вероятность обрыва наружного слоя больше, чем внутреннего.

Вытяжка заготовок из материалов с различными механическими свойствами сопровождается неравномерной деформацией слоев не только по толщине, но и вдоль образующей стенки изделия. Это

объясняется тем, что слой из материала с меньшим пределом текучести получает большую степень утонения (так как пластическое состояние в нем наступает раньше), а слой из материала с большим пределом текучести – меньшую степень утонения. При различной интенсивности упрочнения соотношение напряжений текучести материалов слоев в процессе вытяжки постоянно изменяется. В результате изделия получают с неравномерной толщиной слоев по длине стенки: толщина слоя с большей интенсивностью упрочнения увеличивается по направлению к верхней кромке изделия, а толщина слоя с меньшей интенсивностью упрочнения уменьшается в этом направлении.

Наибольшая неравномерность послойной деформации наблюдается при вытяжке двухслойных изделий с большой разницей механических свойств слоев при наружном расположении мягкого слоя. Для изготовления таких изделий с равномерной толщиной слоев может быть использован способ послойной комбинированной вытяжки, сущность которого заключается в следующем. Сначала осуществляют комбинированную вытяжку заготовки внутреннего (твердого) слоя пуансоном, диаметр которого обеспечивает размер полости готового изделия, при одностороннем зазоре между пуансоном и матрицей,

равном требуемой толщине слоя в готовом изделии. Затем пуансоном с находящимся на нем вытянутым на первой стадии внутренним слоем производят комбинированную вытяжку заготовки наружного слоя в другую матрицу, имеющую диаметр, равный наружному диаметру готового изделия. Требуемая толщина наружного слоя и ее равномерность по длине стенки обеспечивается принудительным утонением заготовки в вытяжном зазоре, образуемом матрицей и стенкой заготовки твердого слоя.

Для получения двухслойных изделий с толщиной мягкого слоя значительно меньше твердого целесообразно осуществлять совместную вытяжку обоих слоев. Преимущественную деформацию мягкого слоя можно предотвратить за счет торцевого подпора, создаваемого на заготовку этого слоя с помощью бурта, вышолненного по контуру заготовки твердого слоя. Бурт, ограничивая пластическое течение мягкого слоя в меридиональном направлении, воспринимает давление со стороны этого слоя. Ширина бурта определяется его прочностью на срез.

Предложенные технологические приемы позволяют получать полые изделия с практически любой комбинацией материалов слоев, с требуемым соотношением их толщин в готовом изделии и равномерной послойной деформацией.