

на, например, в момент полного образования полости (рисунок 2, б) или момент завершения процесса деформирования (рисунок 2, в) и т.д.

Сравнительный анализ пластического течения реальных образцов и полученных моделей производился в графическом редакторе КОМПАС путем наложения линий раздела двух материалов 1 и 2 (линия А на линию Б) (рисунок 3).

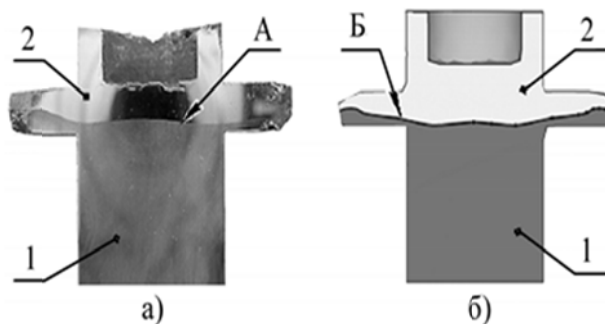


Рисунок 3 – Вид биметаллических образцов после деформации образцов (а) и модели (б):
а) 1-сталь 40Х, 2-сталь Х12МФ; б) 1-конструкционная сталь, 2-штамповая сталь

Относительное расхождение несовпадающих точек не превышало 10%, которое объяснимо тем, что для моделей приняты идеальные условия деформирования, не учитывающие допуски, назначаемые при изготовлении реальной оснастки, и физическую природу строения реальных металлов. В целом же моделирование пластического течения биметаллических составных заготовок, как это видно из рассмотрения линий раздела двух материалов А и Б на рисунке 3, является качественным и достоверным.

УДК 621.983.321

Оптимизация процесса комбинированной вытяжки полых изделий

Студенты гр. 104411 Пригара П.В., Приступа А.С.

Научный руководитель – Любимов В.И.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск

При комбинированной вытяжке полых изделий 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.

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.

На рисунке 1 приведены силовые диаграммы процессов вытяжки заготовок из стали 08кп толщиной $s = 0,78$ мм без утонения (зазор между пуансоном и матрицей $z = 1,4S$) и комбинированной вытяжки ($z = 0,77S$). Радиальная матрица диаметром 33 мм имела радиус скругления вытяжного ребра 7 мм, что соответствовало наиболее неблагоприятным условиям осуществления комбинированной вытяжки, так как при этом имело место наложение второй стадии формоизменения на первую.

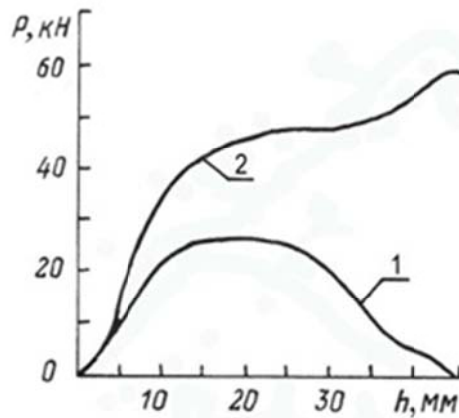


Рисунок 1 – Силовые диаграммы процессов вытяжки заготовок из стали 08кп без утонения (1) и комбинированной вытяжки (2)

Процесс комбинированной вытяжки можно оптимизировать за счет более рационального расчленения на стадии. Предельные степени вытяжки и утонения определяются действующими в заготовке меридиональными растягивающими напряжениями. Уменьшить растягивающие напряжения, а, следовательно, увеличить суммарную степень деформации можно путем разгрузки опасного сечения за счет уменьшения максимального усилия процесса. Реально это можно обеспечить путем расчленения во времени процессов вытяжки и протяжки стенки изделия таким образом, чтобы максимумы усилий этих процессов не совпадали, что может быть реализовано в случае, если вторая стадия процесса будет начинаться в фазе снижения усилия первой стадии. На рисунке 2 приведены силовые диаграммы комбинированной вытяжки заготовок из стали 08кп и алюминия АДН толщиной 1,5 мм с оптимальным расчленением на стадии (диаметр матрицы 33 мм, диаметр заготовки 66 мм, вытяжной зазор 0,9 мм).

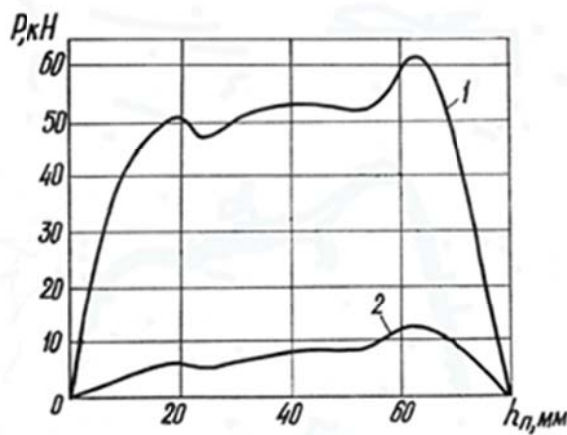


Рисунок 2 – Силовые диаграммы комбинированной вытяжки заготовок из стали 08кп (1) и алюминия АДН (2) при оптимальном расчленении процесса на стадии

При оптимальном расчленении комбинированной вытяжки разрушение заготовки в результате чрезмерной деформации по периметру может наступить только на первой стадии, поскольку на второй стадии прочность опасного сечения заготовки возрастает из-за увеличения активных сил трения действующих на заготовку со стороны пуансона, а составляющая технологического усилия, соответствующая деформации «свертки» уменьшается. На второй стадии комбинированной вытяжки возникают два критических момента, когда возможно разрушение заготовки. Каждый из них характеризуется своим максимумом усилия. Первый

критический момент возникает в начале этапа утонения в результате дополнительного нагружения опасного сечения заготовки усилием протяжки, что может привести к обрыву дна. Второй критический момент может наступить на конечном этапе вытяжки в результате увеличения степени утонения стенки при протягивании утолщенного края заготовки, что может привести к обрыву верхней (непротянутой через вытяжной зазор) ее части.

Для того, чтобы процесс комбинированной вытяжки протекал с оптимальным расчленением на стадии, необходимо использовать матрицу с конусной заходной частью. Диаметр входной кромки матрицы, при котором обеспечивается оптимальное расчленение на стадии процесса деформации заготовки заданного диаметра D_0 , определяется из условия равенства конической поверхности матрицы и боковой поверхности конического полуфабриката

$$D_0 = d_m \sqrt{(K_d - 1) \cdot \sin(\gamma) + 1}$$

Угол конусности γ рекомендуется принимать равным 13° , радиус входной кромки матрицы $r_m = (2 - 4)s$, радиус перехода конической поверхности матрицы в цилиндрическую равным нулю.

Эксперименты по вытяжке плоских заготовок из стали 08кп толщиной 0,72 мм и алюминия АДН толщиной 0,70 мм в коническую матрицу диаметром 33 мм показали, что с увеличением степени утонения K_s предельная степень вытяжки $K_{дп}$ вначале остается постоянной, а затем резко уменьшается (рисунок 1).

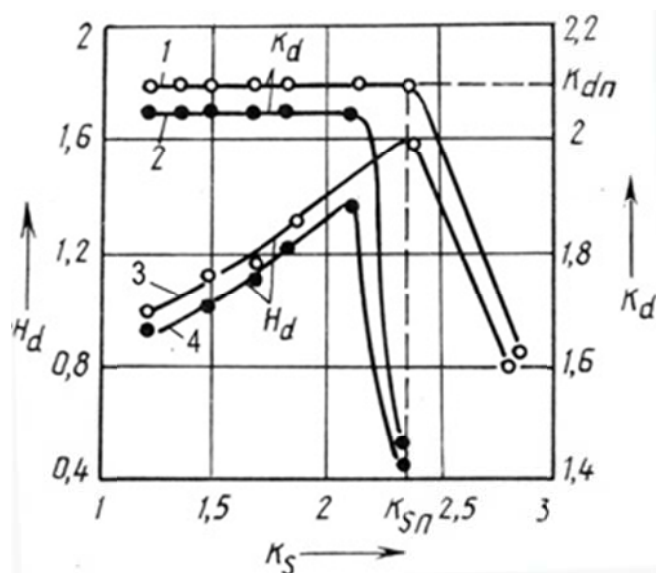


Рисунок 1 – Изменение степени вытяжки K_d и относительной высоты изделий H_d в зависимости от степени утонения K_s при комбинированной вытяжке заготовок из стали 08кп толщиной 0,72 мм (1,3) и алюминия АДН толщиной 0,70 мм (2,4)

Это объясняется тем, что при увеличении степени вытяжки увеличивается утолщение краевой части заготовки, а, следовательно, и действительная степень утонения. За предельную степень утонения $K_{сп}$ принимается та, при которой начинает уменьшаться коэффициент вытяжки K_d . Максимальная относительная глубина вытяжки H_{dmax} практически соответствует деформации заготовки с предельными степенями вытяжки и утонения. 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).