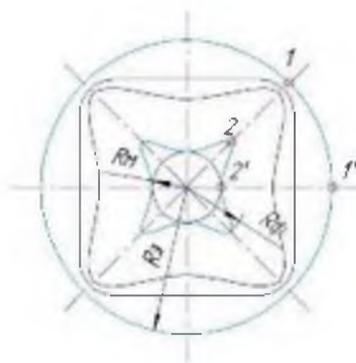


Студенты гр. 104424 Курпик С.В., Малюкевич Д.Н.  
 Научный руководитель – Логачёв М.В.  
 Белорусский национальный технический университет  
 г. Минск

При глубокой вытяжке полых деталей плоскостная анизотропия проявляется в образовании фестонов (неровных краёв), что вызывает необходимость обрезки краёв деталей и потери металла.

Образование фестонов и впадин можно объяснить различными скоростями течения металла при вытяжке в направлениях образования фестонов и впадин. Край заготовки в направлениях образования впадин перемещается с большей скоростью, чем в направлениях образования фестонов, что связано с анизотропией свойств материала в этих направлениях. В связи с этим, когда край заготовки в направлениях образования впадин приближается к отверстию матрицы, край заготовки в направлениях образования фестонов еще находится от отверстия на некотором расстоянии  $\Delta h = R_\phi - R_m$ , которое и определяет высоту фестонов (рисунок 1), так как в последующие моменты вытяжки происходит отгибка фестонов на кромке отверстия матрицы.



1 и 2 – начальное и конечное положения края заготовки в направлении образования фестонов;

1' и 2' – то же, в направлении образования впадины

Рисунок 1– Схема образования фестонов

Принимая синусоидальный закон профиля фестонов и полагая  $\Delta h \ll R_m$ , определим высоту фестонов

$$\Delta h = (R_y^2 - R_x^2)/2R_m \quad (1)$$

и степень фестонообразования

$$\varepsilon_\phi = \Delta h/h_e \quad (2)$$

где  $h_e$  – высота вытянутого стакана по впадине.

Эта высота может быть вычислена из объёмных соотношений в предположении, что материал является трансверсально-изотропным с коэффициентом анизотропии

$$h_e = [R_3^2 - R_2^2 - \pi(R_1 + s_0/2)R_2]/[2R_m - s_0 + 2\Delta s(R_m - s_0 - \Delta s/3)/s_0 + R_1 + s_0] \quad (3)$$

где  $R_1$  – радиус перехода от дна к стенке стакана;  $R_2$  – расстояние от оси стакана до центра дуги окружности, проведенной этим радиусом;  $\Delta s$  – утолщение края стакана по впадине.

В целях выявления возможности оценки фестонообразования с помощью соотношений (1) и (2) были проведены эксперименты. Заготовки из 0.8кп и АМцАМ вытягивали на испытательной машине, используя один и тот же комплект инструмента в штампе, что исключало влияние параметров инструмента на условия фестонообразования. Для вытяжки использовали матрицы с диаметром отверстия 65 мм, радиусом вытяжной кромки  $R_{к.м} = 5$  мм и пуансон с радиусом скругления 4 мм. Различная степень вытяжки обеспечивалась изменением диаметра заготовки. Зазор между матрицей и пуансоном был принят равным 1.7  $s_0$  и исключал протяжку стенок стаканов. Высоту фестонов и вытянутых колпаков измеряли с помощью микроскопа. Значения этих параметров брали средними по восьми замерам четырёх фестонов и четырёх впадин двух стаканов при каждом коэффициенте вытяжки (рисунок 2). Результаты расчёта могут быть

использованы для назначения припусков на обрезку фестонов при вытяжке цилиндрических изделий из материала с плоскостной анизотропией.

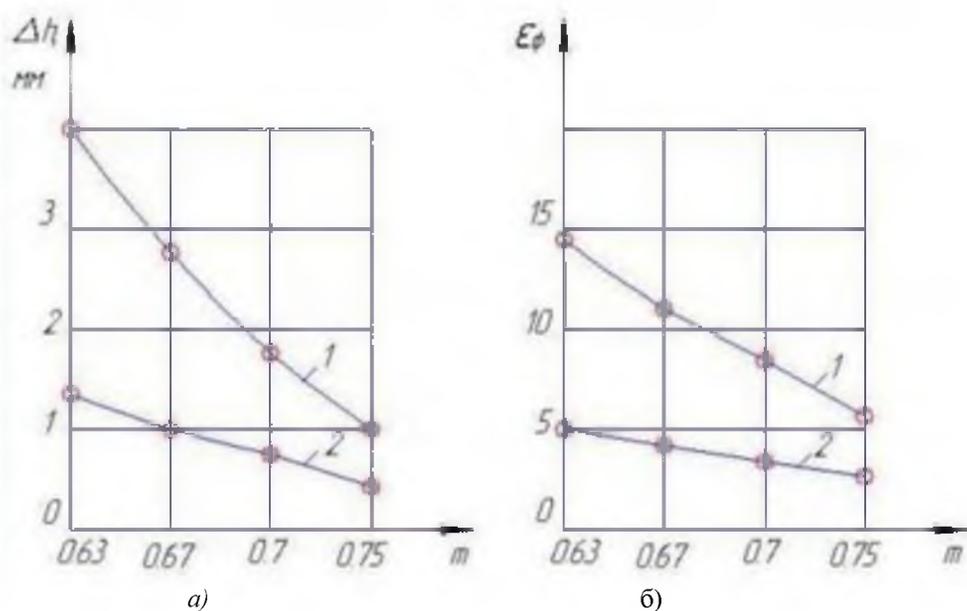


Рисунок 2 – Изменение высоты фестонов (а) и степени фестонообразования (б) в зависимости от коэффициента вытяжки заготовок из различных материалов: 1 – сплава АМцАМ; 2 – стали 0.8кп