

Исследование влияния скоростного режима на характер утонения образца при сверхпластической формовке

Научный руководитель – Захарьев Иван Юрьевич

Конюшенко Максим Николаевич

Студент (бакалавр)

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»,
Московский институт электроники и математики им. А.Н. Тихонова, Москва, Россия

E-mail: konusenkomaksim8@gmail.com

Технология сверхпластической формовки (СПФ) заключается в формовке инертным газом листовой заготовки в матрицу некоторой формы, представляющей собой негатив изделия. СПФ имеет ряд существенных преимуществ: эту технологию можно использовать для формирования сложных изделий с тонкой и довольно постоянной толщиной листа не требующей значительной доработки. Однако эта технология реализуется при высоких температурах причем формовка осуществляется при низкой скорости деформации материала по сравнению с процессами штамповки иковки.

Ключевой особенностью реализации технологии СПФ является контроль давления во время формовки таким образом чтобы максимальные скорости деформации материала в критических зонах заготовки находились в определенном диапазоне – диапазоне сверхпластичности.

Множество работ посвящено сокращению времени формирования связанному с низкими значениями оптимальных скоростей деформации. Ряд работ посвящен улучшению свойств материала, и цель исследования в них состоит в том, чтобы переместить область сверхпластичности [2]. Альтернативным подходом является оптимизация условий процесса формовки [1]. Также можно подбирать давление для максимально быстрой формовки. В рамках данного подхода независимо от сверхпластичной области, важно оставаться в пределах его диапазона, чтобы обеспечить максимальные свойства удлинения.

В рамках данной работы было исследован процесс сверхпластической формовки в форму с заданной геометрии. Для материала исследовались два уравнения состояния:

Уравнение Бэкофена:

$$\sigma(\dot{\epsilon}) = K\dot{\epsilon}^m$$

А также полиномиальное уравнение:

$$\sigma(\epsilon, \dot{\epsilon}) = \left(\frac{\dot{\epsilon}}{C(\epsilon)} \right)^{\left(\frac{1}{n(\epsilon)} \right)},$$

где $n(\epsilon) = -5.290\epsilon^4 + 13.002\epsilon^3 - 12.136\epsilon^2 + 5.543\epsilon + 1.406$, $C(\epsilon) = \exp(12.82\epsilon^4 - 31.12\epsilon^3 + 29.32\epsilon^2 - 13.83\epsilon - 8.968)$ из статьи [3]. Рассматривался материал VT6 при температуре 825 градусов Цельсия.

Моделирование проводилось для верификации в двух системах моделирования: Abaqus и QForm.

В рамках работы исследовано влияние режима давления и коэффициента трения на утонения в критических частях заготовки при разных уравнениях состояния. Сделаны выводы о возможности сокращения времени на проведение данного технологического процесса сверхпластической формовки, сделаны выводы о рекомендации применения негативной формовки перед основным технологическим процессом.

Источники и литература

- 1) Смирнов О.М. Обработка металлов давлением в состоянии сверхпластичности. М.: Машиностроение, 1979 184 с
- 2) Mohamed FA, Ahmed MMI, Langdon TG. Factors influencing ductility in the superplastic Zn-22 Pct Al eutectoid. Metall. Trans. A 1977; 8(6):933–8
- 3) Aksenov S., Sorgente D. Determination of biaxial stress–strain curves for superplastic materials by means of bulge forming tests at constant stress //CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology