

УДК 621.983.7

ИССЛЕДОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ ПОЛУСФЕРИЧЕСКИХ ЗАГОТОВОК ИЗ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ ПРОДОЛЬНЫМ ОБЖИМОМ

Марденгский Анатолий Алексеевич

Магистр 1 года,

кафедра «Технологии обработки материалов»

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Научный руководитель: М.А. Серезжин

кандидат технических наук, доцент кафедры «Технологии обработки материалов»

Полусферические днища получили широкое распространение в пищевой промышленности, фармацевтическом производстве, газовой промышленности, судостроении, космической промышленности. Используются в качестве замыкающей детали в трубопроводах различного назначения, предназначены для сосудов высокого давления, в т.ч. шар-баллонов в космических аппаратах (рис. 1).



Рис. 1. Пример шар-баллона из титанового сплава космического аппарата

Полусферические днища из стали, медных и алюминиевых сплавов изготавливаются многопроходной формовкой. Формовка является одной из самых распространенных формоизменяющих операций при штамповке крупногабаритных изделий. Данная технология показывает достойные показатели надежности при должном наличии смазочного материала, технологических параметрах, в т.ч. относительных размерах вытяжного инструмента и заготовки.⁽¹⁾

Что касается изготовления полусферических днищ из заготовок из титановых сплавов, например, широко применяемых ВТ6, ВТ6С, ВТ8, ВТ23, их производство затруднено, ввиду их свойств. $\alpha+\beta$ -сплавы титана и алюминия термически упрочняются, что говорит о необходимости разупрочняющего отжига на каждом промежуточном этапе производства полусферических днищ вытяжкой. Также наблюдается утонение днищ при вытяжке, т.к., например, для сплава ВТ6 коэффициент анизотропии в диапазоне 1,0-2,0, что свидетельствует о риске неравномерной деформации материала заготовки. Также титановые сплавы обладают относительно большим коэффициентом трения в контакте со сталью, таким образом, необходимо наличие смазочного материала при штамповке. Данная совокупность факторов указывает на низкую надежность формовки и штамповки полусферических днищ из титановых сплавов.

Существуют следующие наиболее распространенные методы получения полусферических днищ из титановых сплавов:

1). Штамповка с последующей механической обработкой, данная технология обладает относительно низким коэффициентом использования материала (КИМ), т.к.

титановые сплавы склонны к утонению при деформации, и низкой производительностью;

2). Электронно-лучевое аддитивное производство (ЭЛАП, от англ. EBAM) – высокий КИМ (до 0,99), но показывает максимальную производительность при мелкосерийном производстве, а также необходима защитная среда (например, аргон);

3). Ротационная вытяжка – высокий КИМ (может быть более 0,9), достигается минимальное утонение (до 7%), технология экономически целесообразна при крупносерийном и массовом производстве. ⁽²⁾

Формирование полусферических заготовок из титановых сплавов также возможно осуществить продольным обжимом. Обжим – штамповочная операция, предназначенная для изготовления деталей с различным профилем образующей. Обжим широко применяется, в частности для изготовления сферических сосудов высокого давления. При продольном обжиме сила от механизма нагружения направлена вдоль оси заготовки, наиболее широко распространен способ продольного обжима в штампах. Схема продольного обжима представлена на рисунке 2.

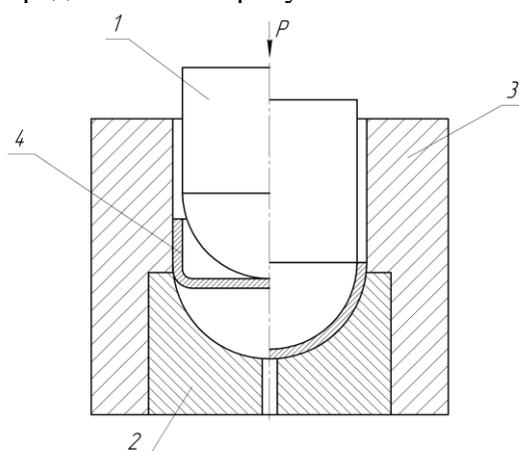


Рис. 2. Схема продольного обжима: 1 – пуансон для продольного обжима; 2 – матрица (опора) для продольного обжима; 3 – направляющая; 4 – заготовка

Технологические возможности продольного обжима ограничиваются потерей устойчивости заготовок. Потеря устойчивости определяется образованием складок, что зависит от относительной толщины заготовки S_D ($S_D = s/D \cdot 100\%$, где s – толщина заготовки, D – диаметр изготавливаемой детали) и коэффициента трения в контакте между заготовкой и вытяжным инструментом. ⁽³⁾

Таким образом, установление зависимости потери устойчивости при формировании полусферической заготовки от силы трения и относительной толщины заготовки даст более глубокое представление о технологических возможностях технологии продольного обжима и ее целесообразности при производстве сосудов высокого давления и других конструкций из титановых сплавов.

Литература

1. Ковка и штамповка: Справочник: В 4 т. Т. 4. Листовая штамповка / Под общ. ред. С.С. Яковлева; ред. совет: Е.И. Семенов (пред.) и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2010. 732 с.: ил.
2. Юхневич С. С. и др. Совершенствование способа получения заготовок полусфер из труднодеформируемых титановых сплавов для емкостей высокого давления специальных изделий техники // Космическая техника и технологии. – 2023. – №. 3 (42). – С. 15-22.
3. Агеев Н. П., Лобов В. А., Затеруха Е. В. Экспериментальное исследование процессов вытяжки и обжима: лаб. практикум // СПб.: Балт. гос. тех. ун. – 2013. – Т. 2013. – С. 49.