

ПРОБЛЕМА РАЗНОТОЛЩИННОСТИ В ПОЛУСФЕРИЧЕСКИХ ОБОЛОЧКАХ ПРИ СВЕРХПЛАСТИЧЕСКОЙ ФОРМОВКЕ

Круглов А.А.¹, Лутфуллин Р.Я.¹, Мурзина Г.Р.², Еникеев Ф.У.²

¹ Институт проблем сверхпластичности металлов РАН,
39, ул. Ст. Халтурина, 450001, Уфа, Российская Федерация, e-mail: alexform1960@mail.ru

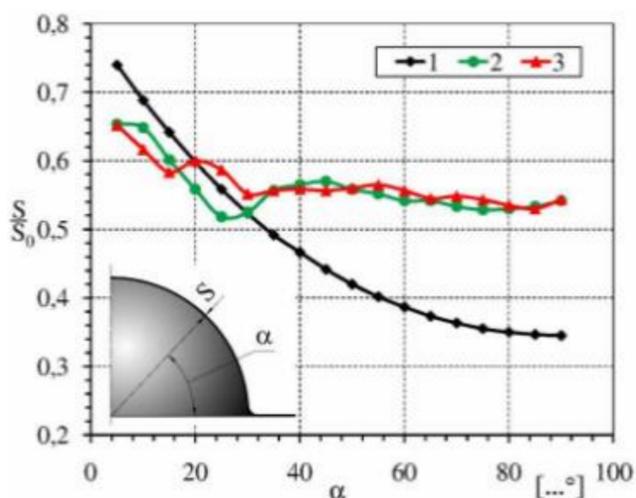
² Уфимский государственный нефтяной технический университет,
1, ул. Космонавтов, 450062, Уфа, Российская Федерация, e-mail: kobros@yandex.ru

Полусферические оболочки из титановых сплавов используют в летательных аппаратах. Главным образом, они являются составной частью сферических сосудов высокого давления, поэтому к ним предъявляют жесткие требования по обеспечению эксплуатационных характеристик и высокой надежности. По традиционной технологии сосуды высокого давления изготавливают из двух полусферических оболочек с помощью сварки. Качество сосудов во многом определяется геометрическими параметрами, среди которых следует особо выделить величину разнотолщинности стенки оболочки. Прежде, когда полусферические оболочки получали механической обработкой толстостенной штамповки, разнотолщинность отсутствовала. Однако, указанный метод имел высокую себестоимость. В настоящее время ведущими производителями аэрокосмической техники для получения оболочек используют метод сверхпластической формовки (СПФ) – формообразование полого изделия за счет действия давления газа в условиях сверхпластичности материала листовой заготовки.



Цель – выявить и изучить факторы, которые влияют на разнотолщинность полусферической оболочки, полученной методом СПФ из профилированной заготовки.

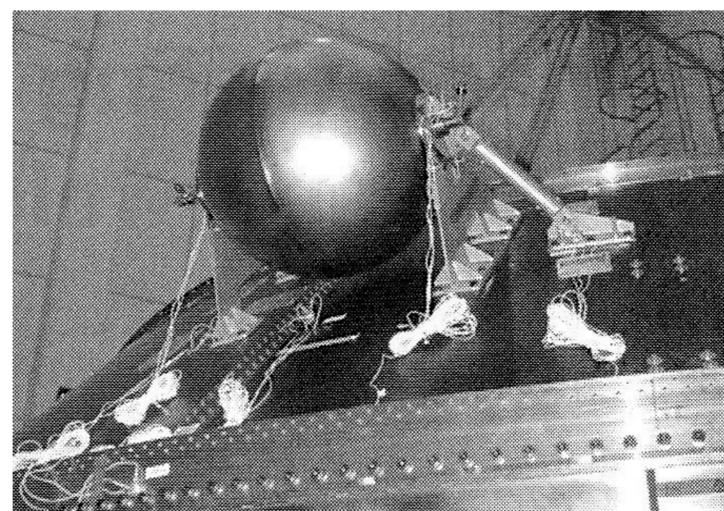
В отечественном производстве сосудов высокого давления для изготовления полусферических оболочек применяют двухоперационную формовку с реверсом. Такая технология позволяет снизить разнотолщинность до уровня 14% [1]. За рубежом, например для изготовления топливных баков ракеты Ariane 5 [2], используют исходную заготовку переменной толщины, а это уже кардинально уменьшает разнотолщинность.



1 – типовая схема формовки; 2 – схема формовки с применением сферического вкладыша; 3 – схема формовки с применением вкладыша
Изменения толщины стенки оболочки [1]



Полусфера Ariane 5



Бортовой сосуд Ariane 5 [2]

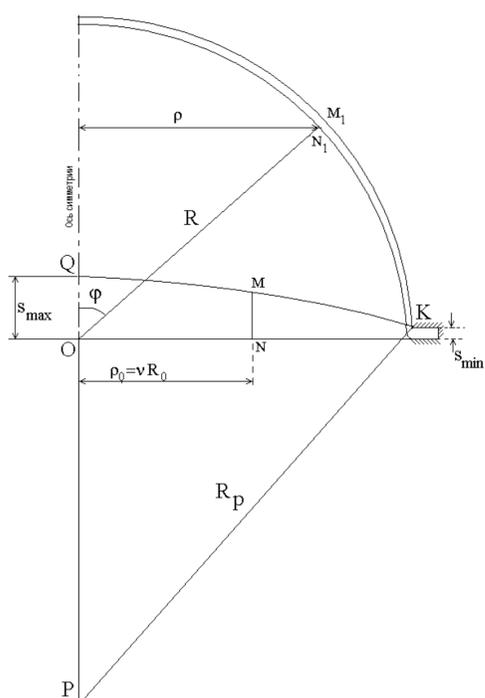
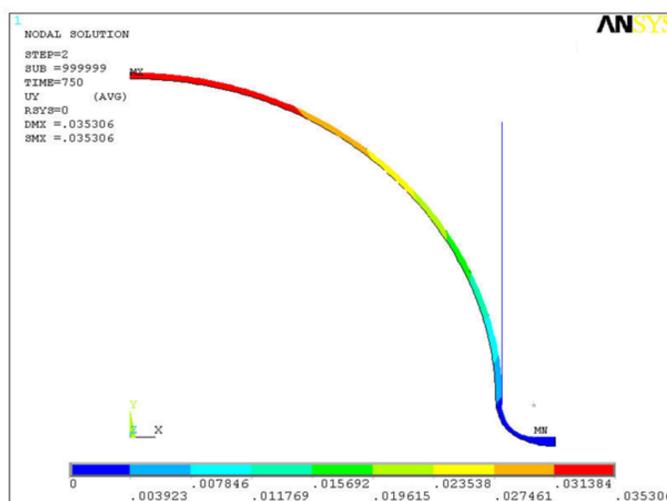
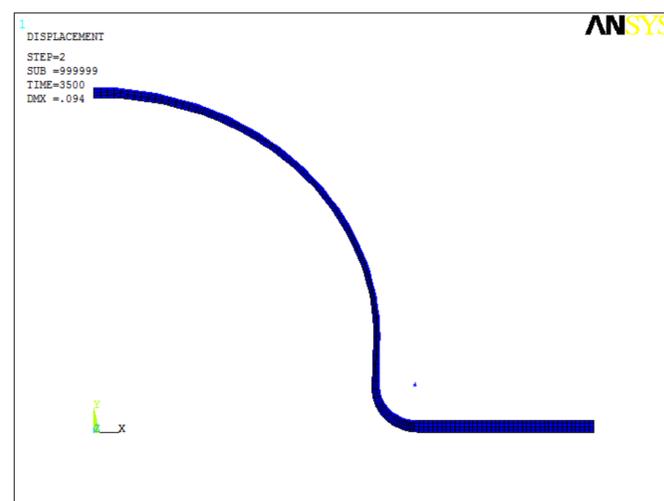


Схема формовки заготовки переменной толщины

Моделирование процесса СПФ полусферических оболочек проводили с помощью программных комплексов DEFORM и ANSYS. Рассматривалось влияние на разнотолщинность оболочек следующих факторов: исходный профиль заготовки, величина входного радиуса матрицы, условия трения на контакте "лист - матрица".



С учетом входного радиуса



Результат контакта "лист – матрица"

Установлено, что важную роль играет входной радиус матрицы, величина которого должна в несколько раз превышать минимальную толщину исходного профиля заготовки. Показано, что в отличие от случая формовки заготовок постоянной толщины, силы контактного трения наоборот приводят к снижению разнотолщинности.

Список литературы

- М.Н. Кирьянова, Е.В. Панченко, КШП. ОМД, 2016, № 1, 13-15.
1. W. Beck, L. Duong, H. Rogall. *Materialwissenschaft und Werkstofftechnik*, 2008, No. 4-5, 293-297.