

УДК 629.78

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ СОВМЕЩЕНИЯ ПРОЦЕССОВ
ОТБОРТОВКИ И ФОРМОВКИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ТОНКОСТЕННЫХ
ОСЕСИММЕТРИЧНЫХ ДЕТАЛЕЙ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНОГО
ПРОДУКТА PAM-STAMP 2G (ESI GROUP)**

Епифанов А. Н., Демьяненко Е. Г.

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика
С. П. Королёва (национальный исследовательский университет), г. Самара

В производстве летательных аппаратов широко используются тонкостенные осесимметричные детали. К ним предъявляются высокие конструкторские требования, определяющие технологическую возможность изготовления: геометрическую точность, качество поверхности, механические свойства, равномерную толщину стенки, надёжность в эксплуатации.

Проектировалась конструкция штампа для более совершенного формообразования тонкостенных осесимметричных деталей процессами отбортовки и формовки. Работа штампа осуществляется следующим образом: захват заготовки в зоне наибольшего диаметра производится коническим прижимом, угол конусности которого соответствует углу конусности исходной заготовки. При опускании пуансона осуществляется отбортовка свободной части заготовки до тех пор, пока не произойдет зажим заготовки со стороны малого торца. С этого момента усилие растяжения вдоль образующей прикладывается по всей длине образующей заготовки, идёт процесс формовки, который заканчивается при увеличении высоты заготовки на 5-10 %. Эти условия обеспечивают высокое качество изделия из-за совпадения его размеров с размерами штамповой оснастки.

Для анализа предложенного формообразования и определения оптимальных технологических параметров проведено компьютерное моделирование процесса отбортовки и формовки с помощью метода конечных элементов (МКЭ) в специализированном программном комплексе Pam-Stamp 2G (ESI Group).

В компьютерную модель процесса входят: пуансон, матрица, верхний и нижний прижимы, заготовка. Конечно-элементные сетки сгенерированы с использованием оболочечных четырёхузловых элементов. Для того, чтобы сократить количество конечных элементов при решении осесимметричной задачи, моделировалась 1/4 объёма, заключённого между координатными плоскостями XOY и YOZ (ось OY совмещалась с осью симметрии), при этом задавались соответствующие граничные условия (ограничения на перемещение узлов, лежащих в плоскости симметрии). Устанавливались дополнительные ограничения степеней свободы: пуансон имеет возможность перемещаться только вдоль ось Y, поэтому для него ограничивались перемещения вдоль осей X и Z и все повороты, а для неподвижных матриц верхнего и нижнего прижимов убирались все степени свободы.

Скорость движения пуансона задавалась 5,0 м/с. Коэффициенты трения между пуансоном и заготовкой принимали равным 0,15; между матрицей и заготовкой – 0,45. Материал конической заготовки толщиной 0,3 мм – коррозионно-стойкая сталь 12X18H10T; плотность – 7 900 кг/м³; модуль упругости – 195 ГПа; коэффициент Пуансона – 0,3. При моделировании использовалась кривая упрочнения стали 12X18H10T, полученная при испытании на простое растяжение.

Металлический инструмент (матрицу, пуансон, прижим верхний, прижим нижний) моделировали абсолютно жёстким.

Процесс промоделирован при разбиении сетки конечными элементами со средними размерами длин рёбер, равными 0,1 мм и 0,05 мм. Установлено, что разница в точности полученных результатов оказывается незначительной.

Построена зависимость усилия верхнего прижима от площади заготовки, находящейся между верхним прижимом и матрицей. Проанализировав полученный результат, сделан вывод о том, что при уменьшении площади заготовки под верхним прижимом необходимо увеличивать усилие верхнего прижима для неподвижности заготовки в зоне прижима в процессе деформирования.

Были определены оптимальные условия для получения минимальной разнотолщинности детали при коническом (рис. 1) и выпуклом (рис. 2) пуансонах.

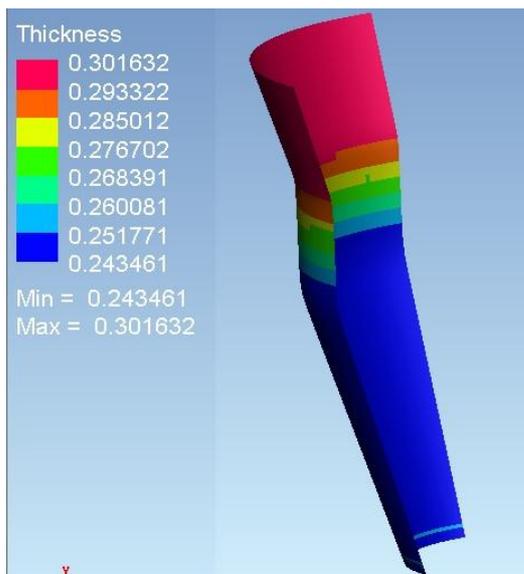


Рис. 1. Конический пуансон:
угол конусности равен 18° ,
перемещение пуансона равно 11 мм

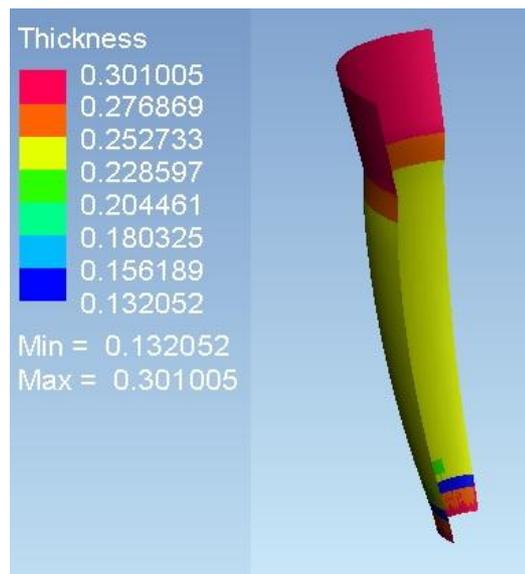


Рис. 2. Выпуклый пуансон:
угол конусности равен 18° ,
перемещение пуансона равно 16 мм

Для оценки процесса значимым оказалось оценить усилия пуансона при различных параметрах деформирования детали. Максимальные усилия наблюдаются в момент, когда заготовка зажимается между пуансоном и нижним прижимом. Это обуславливается тем, что нижний прижим противодействует движению пуансона вниз, тем самым создавая условия для формовки детали. Усилия в процессе деформирования достигают 3 кН.

Проделанная работа доказала возможность получения равномерной толщины тонкостенных осесимметричных деталей по всей длине образующей с помощью процессов отбортовки и формовки (при использовании конического пуансона толщина вдоль образующей составляет 0,24 мм, при использовании выпуклого пуансона - 0,23 мм). Определены оптимальные технологические параметры для предложенного способа формообразования.