

# О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА DEFORM-2D ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА РЕВЕРСИВНОЙ ПНЕВМОТЕРМИЧЕСКОЙ ФОРМОВКИ

Шитиков А.А.  
МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва, Россия

Пневмотермическая формовка, в состоянии сверхпластичности, является методом изготовления листовых деталей из Al и Ti сплавов в мелкосерийном производстве. Для обеспечения режима сверхпластичности необходимо постоянное регулирование давления формирующего газа с целью поддержания скорости деформации в заготовке в определенных пределах. Возможность использования программного комплекса DEFORM для определения режима регулирования давления рассмотрена в [1].

Основным недостатком метода пневмоформовки является значительная разнотолщинность получаемых изделий. Одним из методов борьбы с разнотолщинностью является реверсивная формовка (см. рисунок 1).

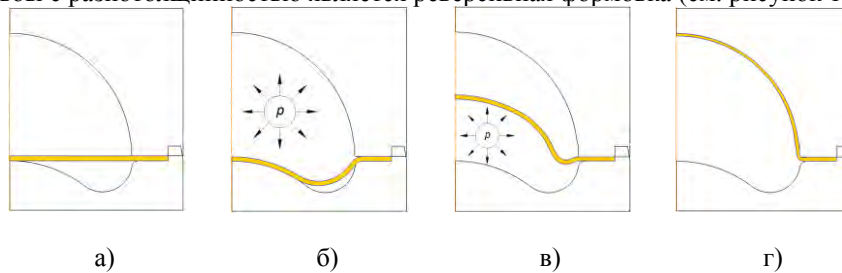


Рис. 1 – Стадии процесса реверсивной пневмотермической формовки. а) исходное состояние; б) предварительная формовка; в) окончательная формовка; г) отформованная заготовка.

На предварительном переходе создается такое перераспределение толщины исходной заготовки, которое при последующем "выворачивании" обеспечит требуемое распределение толщины в отформованной детали. Наибольшую сложность, при проектировании технологического процесса, представляет подбор контура предварительного перехода.

В данной работе предложен метод поиска контура штампа предварительного перехода, основанный на многопараметрической оптимизации.

В данном случае, в качестве параметров оптимизации выбраны координаты реперных точек на контуре штампа предварительного перехода. Контур определяется сплайном, проходящим через реперные точки. Целевая функция отражает близость контура отформованной заготовки к контуру чистой детали.

В качестве метода, обеспечивающего решение задачи оптимизации, выбран метод Нелдера-Мида [2], также известный как «метод деформируемого многогранника». Метод не использует градиент целевой функции, поэтому отпадает необходимость в дополнительных моделированиях для нахождения частных производных разностным методом. Блок-схема алгоритма оптимизации представлена на рисунке 2.

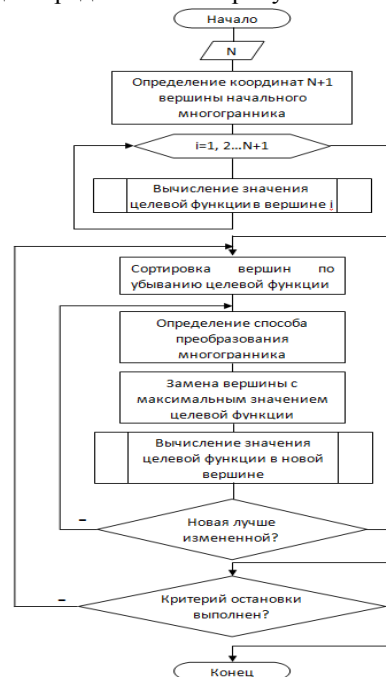


Рис. 2 – Блок-схема алгоритма оптимизации методом Нелдера-Мида

Наибольший интерес представляет подпрограмма вычисления значения целевой функции в заданной вершине, т.к. для этого требуется взаимодействие программы-оптимизатора и программного комплекса DEFORM.

Отличительной особенностью программного комплекса DEFORM является наличие KEY-файлов, в которых может быть сохранена полная информация о настройках параметров, определяющих процесс моделирования (геометрия

инструментов, сетка КЭ, параметры материала, взаимодействия объектов и т.д.). Параметры и их значения хранятся в текстовом формате (ASCII). Другой важной особенностью программного комплекса DEFORM является наличие текстового препроцессора, с помощью которого в режиме командной строки возможно чтение KEY-файла и генерация базы данных. Также возможна и обратная операция - чтение базы данных и сохранение любого ее шага в KEY-файл. Сгенерированная база данных может быть запущена на расчет с помощью текстового процессора. С учетом указанных особенностей, составлен алгоритм определения целевой функции в вершине многогранника (см. рисунок 3)

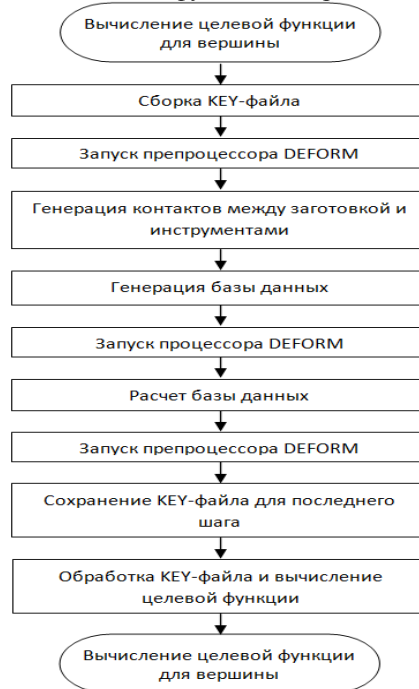


Рис. 3 – Блок-схема алгоритма взаимодействия внешнего оптимизатора и программного комплекса DEFORM

Для реализации алгоритма оптимизации написана программа-оболочка, позволяющая автоматически подбирать контур штампа предварительного перехода для заданного контура детали. Пример использования для детали типа "Полусфера" приведен на рисунке 4.

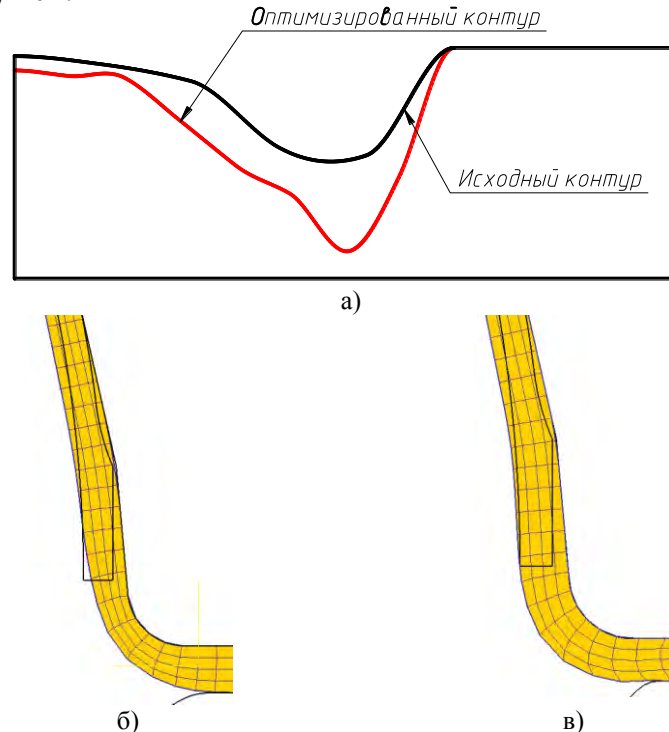


Рис. 4 – Устранение незаполнения в процессе оптимизации. а) исходный и оптимизированный контуры штампа предварительного перехода; сравнение контуров отформованной заготовки и чистой детали для исходного контура б) и оптимизированного контура в).

**Список литературы**

1. Шитиков А.А. Моделирование процесса двухпереходной изотермической газовой формовки детали типа «Полусфера» в программном комплексе DEFORM 2D. Инженерные системы: Труды Международного форума. Москва. 10-11 апреля 2012 г./ Инжиниринговая компания «ТЕСИС». – М.: МАКС Пресс, 2012. с. 219-222.
2. J.A. Nelder and R. Mead, Computer Journal, 1965, vol 7, pp 308—313