

**А.Ю. Комаров, В.В. Третьяк, В.Я. Зорик, И.В. Клыгина**

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е.Жуковского  
«Харьковский авиационный институт», Украина*

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИМПУЛЬСНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПЕЦИАЛЬНЫХ ПРИЕМОВ**

Рассмотрена проблема удара заготовки по матрице в пятне контакта. Обосновано применение специальных приемов при импульсной штамповке. Предложены основные схемы этих приемов. Даны рекомендации по применению специальных приемов при штамповке взрывом.

**импульсная штамповка взрывом, этапы деформирования, пятно контакта, специальные приемы**

В настоящее время импульсные технологии получили широкое распространение в машиностроении и авиационной промышленности. Существуют отдельные технологические рекомендации для определенных схем штамповки, сборки, сварки и т.д. Однако эти сведения носят отрывочный характер и не охватывают полностью все возможности применения импульсных источников энергии [1,2].

В частности, остается практически не изученным вопрос использования и моделирования процесса на ранней стадии проектирования технологического процесса импульсной технологии с использованием специальных приемов. Отсутствуют практические рекомендации использования специальных приемов в конкретных ситуациях для высокоэнергетических методов штамповки, хотя именно их использование приводит к расширению технологических возможностей методов, уменьшению энергозатрат, увеличению срока службы оснастки, дает возможность получения изделий с заданным распределением утонений и остаточных напряжений по поверхностному слою и сечению детали.

Рационально весь процесс деформирования разделить на 3 этапа (рис. 1) и рассматривать их изолировано, не учитывая влияния предыстории деформирования. Максимальную деформацию можно определить интегрально, как результат наложения деформаций па трех этапах деформирования.

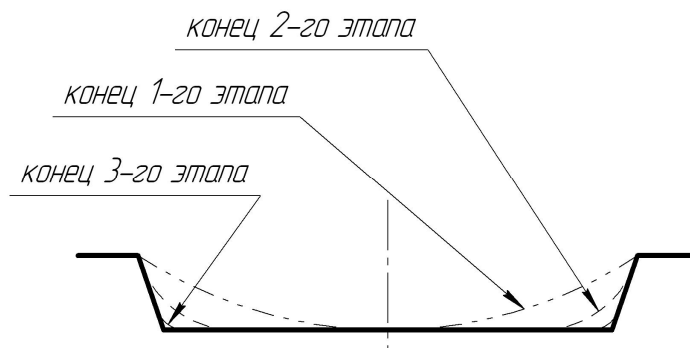


Рис. 1. Этапы деформирования заготовки при импульсной штамповке

1 этап. Деформирование свободно провисающего участка материала до касания куполом дна матрицы.

2 этап. Растекание купола по дну матрицы. Этот этап заканчивается в момент образования пространственного равностороннего угла.

3 этап. Вытяжка и калибровка угловой зоны.

Исходя из геометрического анализа элементов панели, можно отметить, что практически для всех элементов можно выделить наличие хотя бы одного из трех этапов деформирования.

При наличии второго или третьего этапов после касания поверхности матрицы и заготовки происходит выключение пятна контакта из процесса деформирования вследствие действия больших сил трения. Это создает трудности в случае необходимости получения равного распределения утонений и остаточных напряжений в детали. После выключения части заготовки из процесса действие энергии формообразования целиком переносится на свободно провисающие участки заготовки (в данном случае угловая зона), вследствие чего они получают максимальную деформацию и минимальную толщину стенки. При неблагоприятных обстоятельствах (малая пластичность материала, сложный рельеф, большая глубина вытяжки) возможен брак из-за разрыва материала.

Такой процесс деформирования накладывает серьезные ограничения на размеры штампуемых деталей: относительную высоту, угол наклона стенки, относительный радиус сопряжения дна со стенкой.

Специальные приемы позволяют полностью снять или существенно снизить эти ограничения.

На рис. 2 изображены основные схемы применения специальных приемов при высокоэнергетической штамповке.

Применение в качестве специального приема набора материала (рис. 2, д) позволяет предварительно вытянуть листовую заготовку до получения необходимой площади с равномерным распределением утонений, а на втором переходе получить заданную конфигурацию детали путем растекания этой поверхности по матрице.

Использование присоединенной массы (рис. 2, е) позволяет перераспределить скорости движения отдельных участков заготовки при импульсной штамповке. Преобразующие экраны (рис. 2, з) решают ту же задачу, но путем торможения определенных участков, а не разгона, как в предыдущем случае.

Разделение одного заряда на несколько менее мощных (рис. 2, а) приводит к более эффективному использованию высвобождаемой при взрыве энергии, а значит, способствует энергосбережению и не приводит к чрезмерному росту остаточных напряжений в зоне расположения заряда.

Использование при штамповке взрывом отражателей (рис. 2, г) позволяет манипулировать объемом и формой взрывной камеры. Этот специальный прием дает возможность управления направлением энергии взрыва и, как следствие, управление деформированием заготовки. Кроме того, это приводит к уменьшению заряда за счет эффективного использования вторичных (отраженных) ударных волн.

Использование подкладок в качестве спецприема (рис. 2, ж) дает возможность получать различные формы деталей с использованием одной матрицы, что приводит к значительному удешевлению оснастки.

Получение детали со сложным рельефом иногда целесообразно проводить в несколько этапов (рис. 2, и): формировать генеральную простую форму с помощью не импульсного деформирования металлов, а местный рельеф (рифты, пуклевки и т.д.) получать импульсной штамповкой.

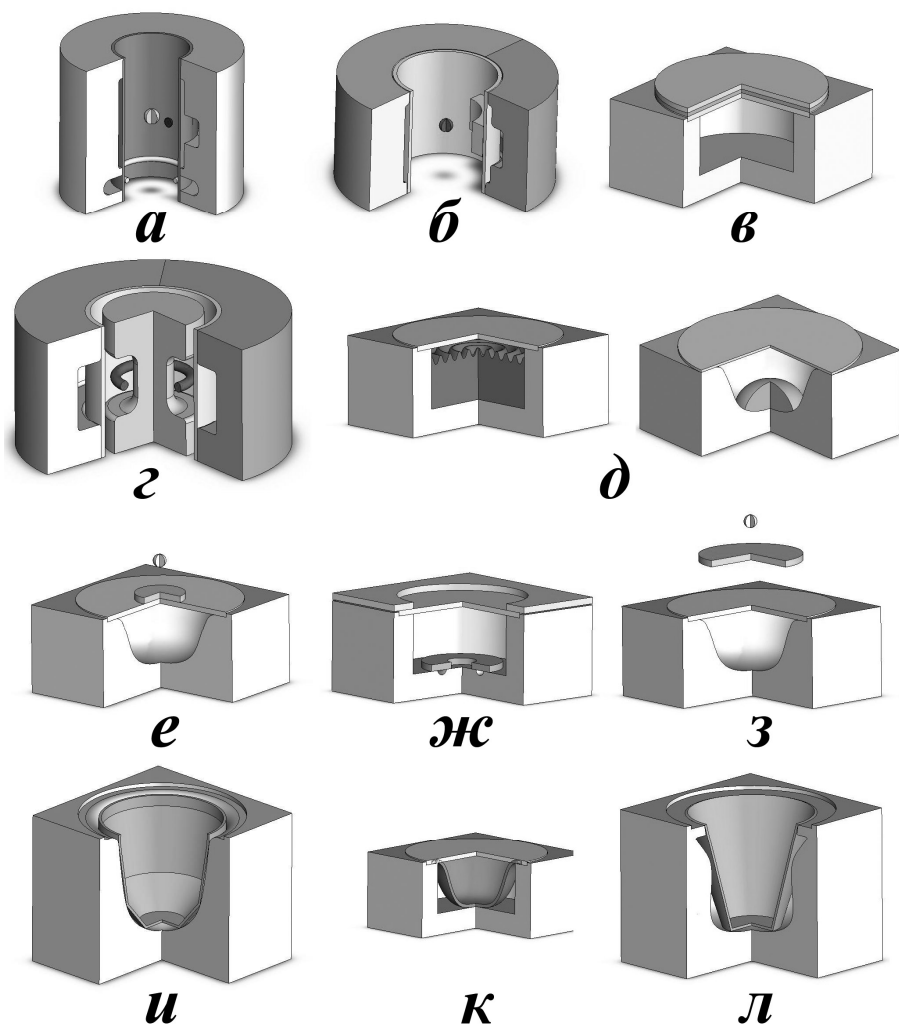


Рис. 2. Основные схемы специальных приемов:

- а – комбинированный заряд;
- б – кумулятивная выемка;
- в – обкладки;
- г – отражатель;
- д – набор материала;
- е – присоединенная масса;
- ж – подкладки;
- з – преобразующий экран;
- и – пространственная заготовка;
- к – технологические окна;
- л – скользящий торец

Штамповка со скользящим торцом (рис. 2, л) позволяет избежать опасных утонений в зоне крепления заготовки, кроме того, в процессе деформирования в таком случае участвует весь материал. За счет правильно подобранной заготовки и отсутствия жесткого защемления можно добиться заданного распределения напряженно-деформированного состояния в детали.

Использование обкладок (рис. 2, в) позволяет варьировать деформирование заготовки за счет изменения пластичности обкладок, их материала и толщины. Так, при необходимости штамповать очень пластичный материал можно достичь необходимых утонений и глубины вытяжки обкладками из менее пластичного материала. Следует заметить, что деформации обкладок и заготовки различаются.

Специальные приемы позволяют значительно снизить максимальные деформации, что существенно при выполнении технических требований, предъявляемых к детали.

### Литература

1. Борисевич В.К. Тенденции и проблемы развития импульсных технологий // Удосконалення процесів і обладнання обробки тиском в металургії і літакобудуванні: Тематичний збірник наукових праць. – Краматорськ: Донбаська державна машинобудівна академія, 2002. – С. 16-20.

2. Борисевич В.К., Зорик В.Я. Совмещение методов импульсной обработки при закреплении труб в трубных досках // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: Сборник научных трудов. – Х.: Госуд. аэрокосм. ун-т «ХАИ», 2000. – Вып. 22 (5) – С. 94-102.

*Поступила в редакцию 10.03.2007*

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. С.В. Епифанов, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков.