

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ ВНЕШНЕЙ НАГРУЗКОЙ ПРИ ИМПУЛЬСНОЙ ШТАМПОВКЕ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ДЕТАЛЕЙ

Савченко Н.Ф., канд. техн. наук

(Харьковский государственный экономический университет)

Рассматриваются основные особенности управления параметрами внешней нагрузки, что обусловлено необходимостью повышения качества деталей сложной формы

Сложность изготовления крупногабаритных деталей в ряде случаев способствует развитию застойных процессов в экономике Украины, что обусловлено отсутствием необходимого оборудования для изготовления сложных в техническом отношении объектов, а также высокой стоимостью приобретения к ним крупногабаритных изделий как комплектующих [1-3].

Проблемы изготовления уникальных крупногабаритных изделий могут быть достаточно острыми и в связи с тем, что крупногабаритные детали применяются как базовые во многих различных по назначению конструкциях машин и сооружений, например типа резервуаров, деталей транспортных и сельскохозяйственных машин. Поэтому совершенствование технологии изготовления крупногабаритных деталей в настоящее время достаточно актуально.

Для совершенствования технологических методов изготовления крупногабаритных изделий и разработки новых технологий следует исходить из позиции оценки крупногабаритных деталей как уникальных по критериям, определяемым назначением, конструктивными особенностями изделий, технологией их изготовления, наличием специального оснащения, особенностями эксплуатации.

С этих позиций показательны во многих отношениях изделия типа резервуаров. Как известно, резервуары предназначаются [1] для хранения жидкостей: нефти, нефтепродуктов, химических, пищевых продуктов, сжиженных газов, воды. Жидкости в зависимости от своих свойств и заданных условий хранения могут сохраняться в резервуарах при нормальном или повышенном (до 0,07 МПа) давлении. Продукты в газообразном состоянии хранятся в газгольдерах при низком (до 4 кПа) или высоком (до 3 МПа) давлении. Габариты резервуаров и газгольдеров могут достигать десятков метров.

Конструктивные решения различных, преимущественно, стальных

резервуаров и газгольдеров, влияющие на особенности выбора технологических процессов, имеют следующие общие черты:

большие геометрические размеры, не допускающие, как правило, перевозки их с завода-изготовителя в полностью собранном виде;

использование для изготовления всех основных элементов листовой стали сравнительно небольших толщин, обычно в пределах от 4 до 20 - 30 мм;

большая протяженность сварных соединений (до нескольких тысяч метров на одном резервуаре или газгольдере), находящихся к тому же в различных пространственных положениях.

Общими для этих сооружений являются также высокие требования, предъявляемые к их герметичности, долговечности и надежности в эксплуатации [1]. В то же время различные группы хранилищ в зависимости от их назначения, вида и состояния хранимого продукта, режима использования, географического расположения и ряда других факторов имеют свои отличительные особенности как в отношении конструкции, так и в отношении предъявляемых к ним требований (как правило, усложняющих конструкцию и увеличивающих ее стоимость).

Проведенный анализ основных конструктивных особенностей позволяет считать весьма перспективным использование беспрессовых методов изготовления крупногабаритных изделий, в частности импульсной штамповки, которые могут рассматриваться как гибкие, легко адаптируемые к месту изготовления изделия, комплексы.

Особую эффективность эти разработки могут представлять при изготовлении крупногабаритных деталей размерами более 1 м из листовых и объемных заготовок, что обусловлено отсутствием во многих случаях требуемого прессового оборудования, в сотни и более раз меньшими энергозатратами при их применении, малой стоимостью оснастки. Однако при этом должно быть рационально выбраны конструктивные размеры изделий, их членение по типу «дно-стенка». В случае неблагоприятного расчленения изделия на приемлемые в технологическом отношении части возможны разрывы сплошности основного металла и металла сварного шва, так как для импульсной

тонколистовой штамповки деталей с большой гибкостью $\lambda = \frac{d}{s} > 200$

(d , s – диаметр и толщина стенки изделия) могут возникать, как и при прессовой штамповке, переутонения стенок, достигающие 30 - 40% исходной толщины материала, и гофры (бухтины) на поверхности отштампованных деталей [3]. Установлено также, что управление внешней нагрузкой может считаться одним из важных факторов интенсификации импульсной штамповки [2,4-5]. Отштампованные детали могут иметь ряд дефектов при повышенной скорости деформирования заготовок и

сопутствующих волновых эффектов: обрывы в виде просечки материала в зоне протяжного ребра матрицы (тонкостенные заготовки) или разрушения купольной части изделия и в зоне сварного шва (заготовки различных толщин).

Поэтому был разработан метод штамповки с экранированием энергоносителей [5], основным преимуществом которого следует считать возможность локализации энергии взрыва в зонах, непосредственно расположенных у штампуемой заготовки (рис.1).

При этом дополнительно создаются и предпосылки для более равномерного распределения внешней нагрузки по заготовке и улучшения кинематических условий при ее формоизменении. Для управления параметрами внешней нагрузки (интенсивности и длительности действия) можно предложить:

использование линейно распределенных и локально сосредоточенных зарядов взрывчатых веществ (ВВ), а также их комбинаций, например из зарядов простой формы (сферической);

применение экранов в виде акустических линз для преобразования эпюры распределения внешней нагрузки.

Для предварительной оценки кинематических условий вытяжки фланца можно воспользоваться уравнением

$$\frac{Mv^2}{2} = k\pi \cdot d_0 \sigma_s s l e + \frac{M_\phi v_\phi^2}{2},$$

где M , M_ϕ – соответственно масса донной части и фланца,

v , v_ϕ – скорости перемещения донной части и фланца,

σ_s – предел текучести штампуемого материала,

k – коэффициент динамичности,

d , s , l – соответственно диаметр и толщина стенки детали, длина участка зоны одноосного растяжения,

e – деформация участка зоны,

r_0 , r_i – радиус донной части и ее участка, находящегося при вытяжке в условиях двухосного растяжения.

Тогда при известных значениях членов в первой части уравнения (размеры и масса заготовки, экрана, величина деформации, размер зоны двухосного растяжения) можно определить необходимую скорость перемещения донной части заготовки v в любой момент времени. Знание допустимой скорости перемещения донной части позволяет целенаправленно управлять технологическим режимом штамповки: внешней нагрузкой, геометрией матрицы, допустимой глубиной штамповки f_n на этапах деформирования в широких диапазонах изменения скорости смещения заготовки (от локальных значений, составляющих сотни м/с до $v \rightarrow 0$).

Проведенные исследования показывают, что экранирование

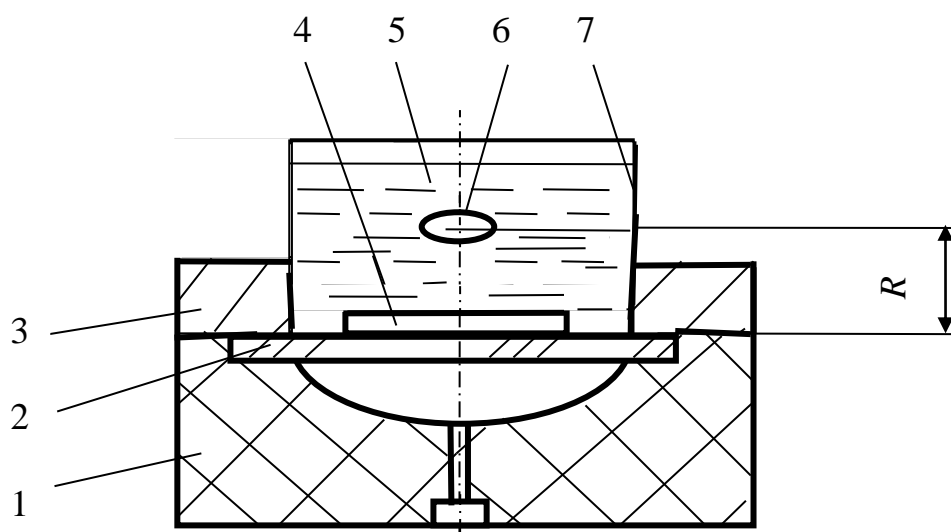


Рис. 1. Схема штамповки крупногабаритных изделий с использованием энергии взрывчатых веществ: 1 – матрица; 2 – листовая заготовка; 3 – прижим; 4 – экран; 5 – передающая среда (преимущественно вода); 6 – заряд взрывчатого вещества; 7 – емкость для передающей среды (бассейн).

позволяет, уменьшив интенсивность преломленных волн, обеспечить соответствующее увеличение длительности воздействия ударных волн, что подтверждает ранее сделанные в этой области выводы [2,4,5].

Для примера отметим, что увеличение длительности действия внешней нагрузки вдвое [5] требует практически для всех типов взрывчатых веществ 7...12 - кратного увеличения дистанций и массы заряда, что из-за



Рис.2. Детали типа «дно эллиптическое», диаметр 500мм, толщина стенки 10мм, материал 12X18Н10Т.

сложности обеспечения требуемых правил техники безопасности сдерживает широкое внедрение в производство методов взрывной штамповки. Поэтому в настоящее время для управления внешней нагрузкой

чаще используются и другие энергоносители, среди которых наиболее перспективны газовые смеси применением различных технологических прокладок, размещаемых в передающей среде между заготовкой и энергоносителем.

В качестве прокладок используются воздушные прослойки, листы тонколистового металла (стали, алюминия или свинца) и резины (рис.1).

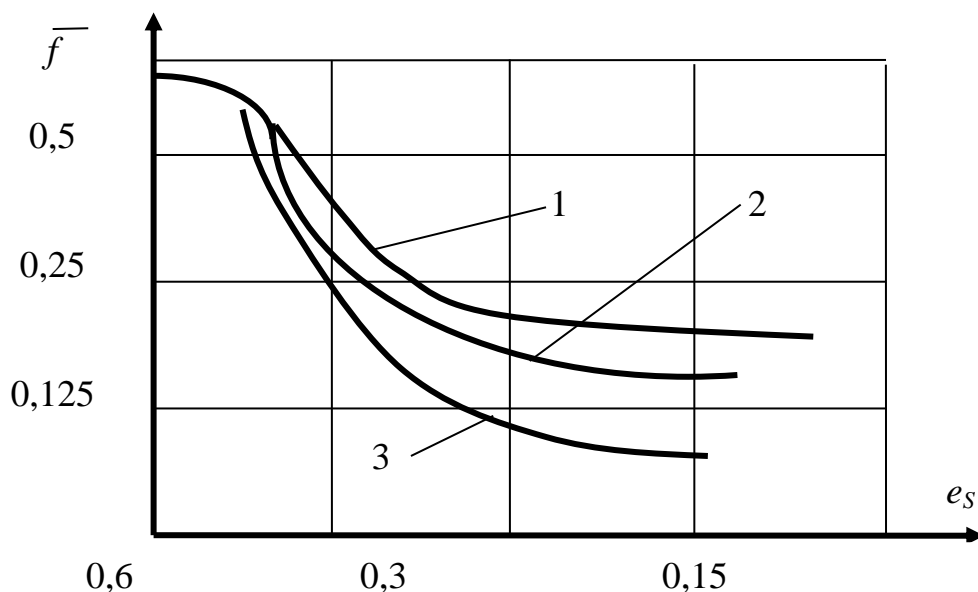


Рис.3. Зависимость относительной глубины штамповки (отношение глубины к диаметру изделия) от допустимых локальных утонений стенки изделия: 1, 2 – без экранирования энергоносителей (соответственно для зарядов ВВ сферической формы и линейно распределенных); 3 – с экранированием энергоносителей (экран в виде акустической линзы).

Примеры изготовления деталей типа днищ приведены на рис. 2

Влияние экранирования на снижение утонений при различной глубине штамповки f для модельных изделий (рис.2) показано на рис. 3.

Уменьшение дистанции взрыва в среднем в 3-5 раз благодаря применению экранов не только повышает качество изготовления изделий (уменьшить до минимума опасность возникновения гофров и локальных, превышающих допустимые утонения), но и позволяет локализовать вредные воздействия ударных волн в пределах зоны заготовки [5].

Таким образом, проведенные исследования позволяют считать перспективным использование импульсных технологий для изготовления крупногабаритных изделий с использованием экранов для регулирования параметров внешней нагрузки (распределения по заготовке). При этом

предполагаются дальнейшее проведение исследований в области минимизации дистанции взрыва (размещения энергоносителя), выбор рационального количества энергоносителей в зависимости от параметров безопасности (минимальные шумовые и сейсмические эффекты), использование специальных вакуумных устройств, а также оценки влияния импульсных воздействий на стойкость и жесткость экранов различных форм в плане.

Таким образом, проведенные исследования позволяют считать перспективным использование импульсных технологий для изготовления крупногабаритных изделий с использованием экранов для регулирования параметров внешней нагрузки (распределения по заготовке). При этом предполагаются дальнейшее проведение исследований в области минимизации дистанции взрыва (размещения энергоносителя), выбор рационального количества энергоносителей в зависимости от параметров безопасности (минимальные шумовые и сейсмические эффекты), использование специальных вакуумных устройств, а также оценки влияния импульсных воздействий на стойкость и жесткость экранов различных форм в плане.

Список литературы

1. Поповский Б.В., Дикун В.Н. Изготовление и монтаж крупногабаритных листовых конструкций. – М.: Стройиздат, 1983. – 112 с.
2. Штамповка взрывом. Основы теории. Под ред. д. т. н. М.А. Анучина. М.: Машиностроение. 1972. – 152 с.
3. Савченко Н.Ф. Разработка направлений интенсификации процесса импульсной штамповки тонкостенных деталей. Вісник Харківського державного університету сільського господарства. Вип.10 “Підвищення надійності відновлюємих деталей машин. Фізичні та комп’ютерні технології”. – Харків. 2002, с.154 –159
4. Лимберг Э. А. Экранирование оболочек от действия импульсивной нагрузки. – В кн.: Самолетостроение и техника воздушного флота, вып. 10. Изд. Харьков. гос. ун-та, 1967, с. 100–103.
5. Савченко Н.Ф., Краснокутский А. М. Об оценке максимальных давлений при экранировании импульсного источника. Импульсная обработка металлов давлением. Тематич. сб. науч. тр. ХАИ, вып. 6, Х.: 1977, с.27-30

Анотація

Розробка методів керування зовнішнім навантаженням при імпульсному штампуванні великогабаритних деталей

Розглянуто основні особливості управління параметрами зовнішнього навантаження, що обумовлено необхідністю підвищення якості виробів складної форми.

Abstract

Mining of methods of control of an external loading at a pulse extrusion of bulky parts

The basic features of control of parameters of an external loading are esteemed, that is conditioned by necessity of improvement of the quality of parts of the composite form