

ИЗГОТОВЛЕНИЕ КРУПНОГАБАРИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ЛОКАЛЬНОЙ ШТАМПОВКИ

Савченко Н.Ф., канд. техн. наук

(Харьковский национальный экономический университет имени Семена Кузнеця)

Третьяк В.В., канд. техн. наук

(Харьковский национальный аэрокосмический университет
имени Н.Е. Жуковского “ХАИ”)

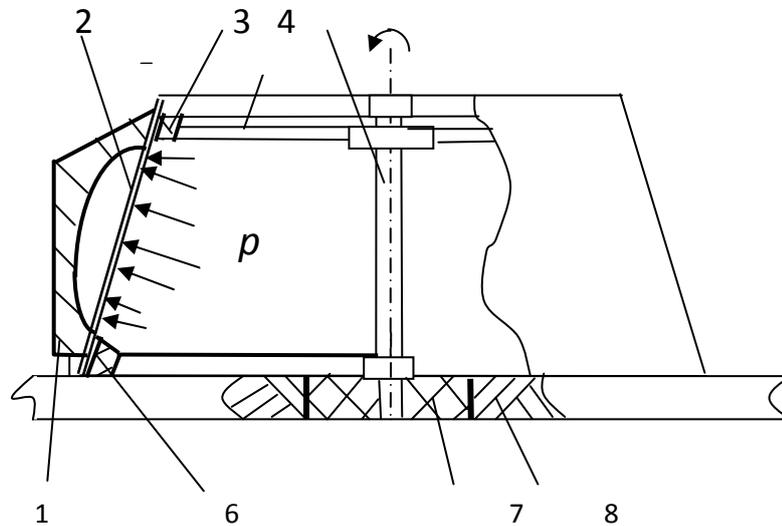
To reduce the time and cost of punching work explores one of the possible methods of stamping or semi-finished products and parts for repairs in the immediate area of operation of large facilities. A method Metal s tamping of large products with artificial adjustment of imperfections. This can allow significant (10 or more) to reduce the time and cost of manufacturing of large structures such as storage tanks

Повышение эффективности использования современных промышленных комплексов с позиций ресурсо- и энергосбережения во многих случаях связаны с расширением области применения крупногабаритных тонкостенных сооружений, повышением качества крупногабаритных изделий и увеличением их номенклатуры (ассортимента). К этим изделиям относятся, прежде всего, сооружения и агрегаты, изготавливаемые для хранения сельскохозяйственной продукции, переработки и транспортировки продуктов, энергоносителей и сырья. Примеры таких конструкций – это цилиндрические, каплевидные, конические и сферические резервуары диаметрами более 3–5 м, однослойные или многослойные, а также другие металлоконструкции, изготавливаемые из цельных и штампосварных заготовок.

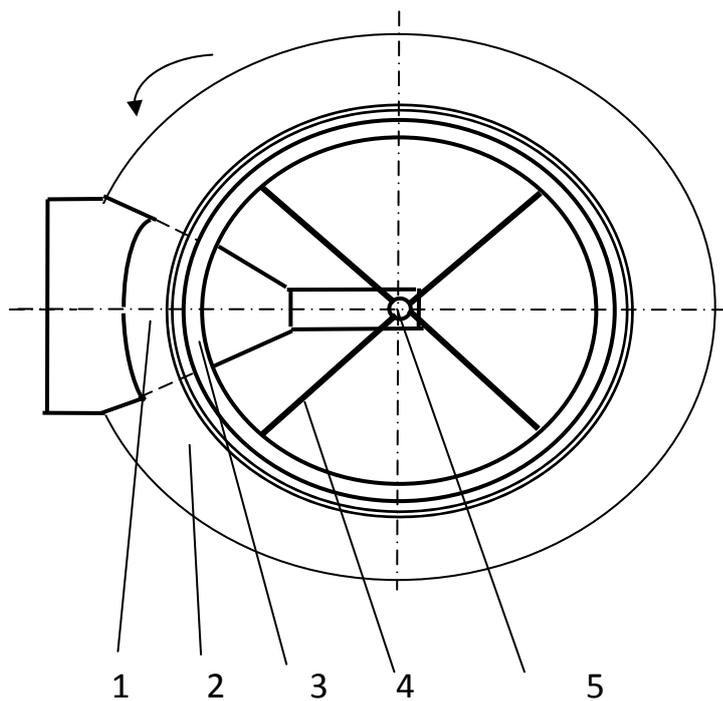
Как правило, их изготовление чрезвычайно трудоемко из-за отсутствия эффективных методов изготовления наиболее сложных элементов конструкции, таких, как сферические и эллиптические днища, крышки осесимметричной и неосесимметричной формы в плане. Приемлемых методов изготовления подобных изделий непосредственно в зоне сооружения или примыкающей к ней из-за их больших размеров, достигающих 20–50 и более метров, а также сложности управления качественными параметрами протяженных участков деталей, практически не существует [1–7]. Во многих случаях внутренняя поверхность в процессе эксплуатации подвергается разрушающему действию коррозии.

Решение проблемных вопросов ремонта крупногабаритных изделий или их элементов непосредственно изготовлением в зоне их сооружения уменьшит в разы стоимость ремонтных работ и позволит повысить точность и качество. Минимизация затрат и трудоемкости ремонтных работ может быть достигнута, с одной стороны, при использовании достаточно энергетически затратных технологий, например с использованием специального прессового оборудования [1,2] либо более широкого внедрения методов штамповки взрывом и других методов беспрессовой штамповки [3]. Вместе с тем, использование целого ряда прогрессивных методов штамповки, кроме трудностей, связанных с выбо-

ром оборудования и оснастки, ограничено при изготовлении тонкостенных крупногабаритных деталей возникновением гофров на поверхности изделий, способствующих возникновению чрезмерных локальных утонений, превышающих допустимые иногда в 1,5–2 раза.



а



б

Рис. 1. Схема стандовой штамповки с использованием термофизических методов локальной штамповки: а, б – фронтальный и горизонтальный вид: 1 – матрица-сектор; 2 – пространственный полуфабрикат; 3 – прижим; 4 – упор; 5 – ось; 6 – основание; 7 – втулка

Поэтому важнейшими задачами, стоящими перед технологией машиностроения, являются снижение непроизводительных затрат, обусловленных низ-

кой точностью изготовления заготовок, улучшение эксплуатационных и прочностных свойств изделий. Особое значение приобретает совершенствование методов управления процессом формообразования – штамповкой, в первую очередь, тонколистовых заготовок в зоне сооружения и эксплуатации крупногабаритных конструкций.

Это требует решения вопросов предупреждения потери пластической устойчивости в виде гофров (бухтин) на поверхности и локальных утонений стенок, превышающих допустимые значения на различных стадиях их формоизменения (а не только на конечных) [1-7].

Целью проведенного исследования является разработка прогрессивного метода листовой штамповки деталей из конических полуфабрикатов для проведения штамповочных работ непосредственно в зоне эксплуатации крупногабаритных сооружений с искусственным регулированием технологических несовершенств, например, локальных штамповок или гофрирования на поверхности полуфабрикатов, регулирования размеров зон пластической устойчивости.

Это обусловлено, как правило, необходимостью и сложностью доставки крупногабаритных деталей к месту монтажа, большими объемами сварочных и подготовительных работ, низкой точностью из-за сравнительно небольших размеров отдельных частей изделий.

Предлагается способ изготовления тонкостенной сферической оболочки, который позволяет изготавливать их на монтажных площадках, используя подъемные и такелажные механизмы. Особенность способа – последовательном, по участкам формообразовании изделия в стенде (рис. 1), одна поверхность которого соответствует поверхности изделия, однако меньше ее в несколько раз (обычно в 3-10 раз). Это снижает трудозатраты на изготовление, транспортирование достаточно объемного полуфабриката к месту монтажа, что позволяет изготавливать крупногабаритные изделия сложной формы, относимых, в ряде случаев, к уникальным изделиям, в относительно простой оснастке. Способ позволяет снизить сроки изготовления за счет исключения до минимума трудоемкого процесса сварки. В то же время возможно получение тонкостенной сферической оболочки, выдерживающей рабочее давление до 4 МПа. Дополнительным преимуществом можно считать возможность использования для интенсификации процесса вытяжки методов искусственного регулирования размеров зон деформации и их величины (утонение стенок не более 10–20 %).

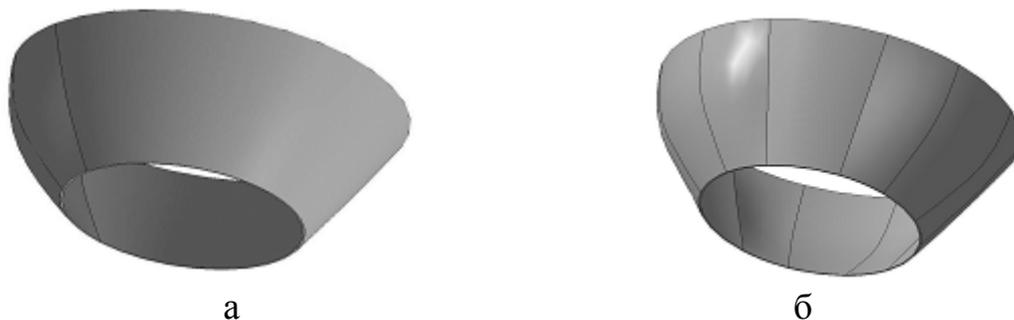


Рис. 2. Полуфабрикат, изготавливаемый стендовой штамповкой (3Dмодель): а – с одной выштамповкой; б – с тремя выштамповками

Пространственная или плоская заготовка 2 в соответствии со способом фиксируется на основании 6 с помощью колец-прижимов 3. Термофизическое воздействие оказывается, используя специальной конструкции камеру для создания внешних воздействий: газодетонационным методом или термовоздействием, например паром.

При проектировании технологии штамповки с ориентацией на снижение объема сварочных работ и совершенствуя методы непосредственного использования штамповки в зоне сооружения крупногабаритных сооружений, необходимо учитывать такие параметры изделий как:

- 1) гибкость (отношение ее диаметра или условного размера к толщине стенки) или относительную толщину детали (обратное гибкости значение);
- 2) относительную глубину штамповки, определяемую отношением глубины (высоты) детали к ее диаметру или условному размеру;
- 3) механические характеристики материала (пределы прочности, текучести, относительное удлинение);
- 4) требования к качеству изделий, определяемые величиной утонений, наличием и размерами гофров на поверхности.

Важно также и условие минимизации затрат на транспортировку заготовок и формообразование их до получения оболочки крупногабаритного сооружения – резервуара.

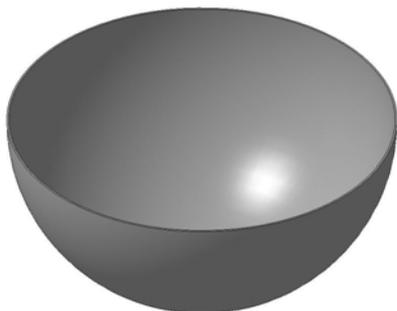


Рис. 3. Сфера (модель резервуара) после окончательного формообразования

К таким методам можно отнести и предлагаемый метод стеновой штамповки с использованием беспрессовых термофизических методов локального воздействия на плоскую или, в общем случае, пространственную заготовку (рис.1).

Модель изделия после последовательных воздействий (9-12) имеет вид полусферической поверхности и представлена на рис. 3.

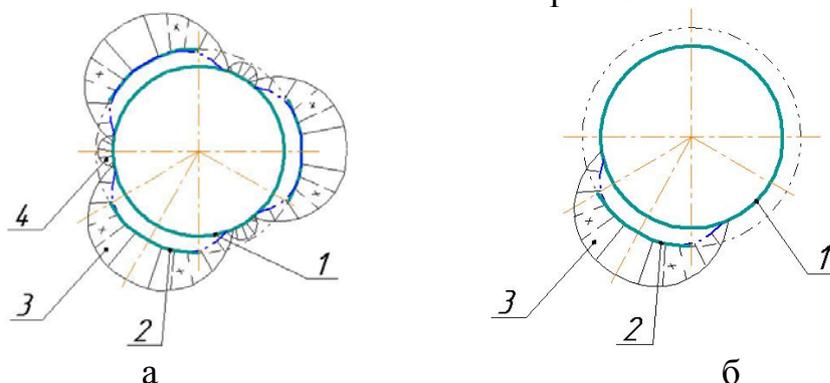


Рис. 4. Распределение деформаций: а – одна выштамповка; б – три выштамповки; 1 – исходная заготовка (в сечении); 2 – положение части заготовки после предварительной штамповки; 3 – интенсивность деформаций на отштампованном участке и прилегающей к нему зоне заготовки; 4 – деформации в зонах заготовки между локальными выштамповками

При выборе технологических параметров локальной выштамповки на полуфабрикате можно использовать условие, сформулированное из энергетических соображений:

$$W_{\text{дч}} \leq W_{\text{пз}}, \quad (1)$$

где $W_{\text{дч}}$ и $W_{\text{пз}}$ – работа пластической деформации соответственно купольной (донной, “несущей”) и периферийной (фланцевой) зон штампуемой заготовки.

Очевидно, что интенсивность деформации участков заготовки (периферийной и части, соответствующе размерам формообразующей части матрицы) обратно пропорциональны объемам соответствующих участков заготовки [5-7].

Выводы. Разработан и может быть рекомендован метод последовательной локальной штамповки с искусственным регулированием зон двухосного растяжения. Как дальнейшая задача предполагается исследование особенностей штамповки изделий с формой в плане, отличной от осесимметричной. Разработки ХНЭУ и ХАИ позволяют 80 – 90 % деталей крупногабаритных сооружений изготавливать непосредственно в зоне их эксплуатации или монтажа без использования дорогостоящего оборудования.

Отражены основные особенности оценки технологических параметров. Предложена методика оценки степени деформации в опасном сечении в зависимости от размеров периферийных зон заготовки и их деформации.

Предложенная технология локальной штамповки позволяет 80 – 90 % деталей крупногабаритных сооружений изготавливать непосредственно в зоне их эксплуатации или монтажа без использования дорогостоящего оборудования.

Использование технологий, разработанных в ХНЭУ на кафедре техники и технологии (а.с. № 1540121, 1573631, 1575418, 1658477 и других), позволяют **существенно** (в 10 и более раз) снизить сроки и стоимость ремонтных работ крупногабаритных сооружений, например, резервуаров.

Список литературы: 1. Мошнин Е.Н. Технология штамповки крупногабаритных деталей / Е.Н. Мошнин. – М.: Машиностроение, 1973. – 240 с. 2. Скакунов М.Г., Липодат К.К. и др. Способ изготовления сферических оболочек. А.с. СССР № 755388 В 21D 51/08, Е 04Н 07/14 от 27.09.77 г. 3. Гидровзрывная штамповка элементов судовых конструкций / Степанов В.Г., Сипилин П.М. и др. – Л.: Судостроение, 1966. – 292 с. 4. Высокопроизводительные методы обработки металлов давлением / Шамарин Ю.Е. и др. – К.: Тэхника, 1991. – 102 с. 5. Савченко Н.Ф. О проектировании техпроцессов гидровзрывной тонколистовой штамповки-вытяжки крупногабаритных деталей типа днищ / Н.Ф. Савченко // Импульсная обработка металлов давлением: сб. статей под ред. канд. техн. наук В.К. Борисевича. – М.: Машиностроение, 1977. – С. 51-56. 6. Савченко Н.Ф. Изготовление крупногабаритных деталей емкостей и резервуаров / Н.Ф. Савченко, Е.Н. Рубан // Современное состояние использования импульсных источников энергии в промышленности: тезисы докладов Междун. научно-техн. конф. – Х.: Национальный аэрокосмический университет "Харьковский авиационный институт", 2007. – С. 103–104. 7. Технологичность авиационных конструкций, пути повышения. http://venec.ulstu.ru/lib/2003/4_Kolganov_Dubrovski_Arhipov.pdf