

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РЕМОНТНЫХ РАБОТ КРУПНОГАБАРИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ЛОКАЛЬНОЙ ШТАМПОВКИ**Савченко Н. Ф., Третьяк В. В., Онопченко А. В.**

Исследуется один из возможных методов листовой штамповки полуфабрикатов и деталей непосредственно в зоне эксплуатации крупногабаритных сооружений для уменьшения сроков и стоимости ремонтных работ. Рассмотрены методики оценки степени деформации в зависимости от размеров фланца заготовки и его деформации. Предложен метод стеновой штамповки крупногабаритных изделий с искусственным регулированием технологических несовершенств, например, локальных штамповок или гофрирования на поверхности полуфабрикатов, регулирования размеров зон пластической устойчивости. Выполнена оценка эффективности предложенного способа для изготовления крупногабаритных деталей в зоне их эксплуатации и монтажа.

Досліджується один з можливих методів листового штампування напівфабрикатів і деталей безпосередньо в зоні експлуатації великогабаритних споруд для зменшення термінів і вартості ремонтних робіт. Розглянуто методики оцінки ступеня деформації залежно від розмірів фланця заготовки і його деформації. Запропоновано метод стенового штампування великогабаритних виробів з штучним регулюванням технологічних недосконалостей, наприклад, локальних штамповок або гофрування на поверхні напівфабрикатів, регулювання розмірів зон пластичної стійкості. Виконано оцінку ефективності запропонованого способу для виготовлення великогабаритних деталей в зоні їх експлуатації та монтажу.

One of the possible methods of stamping parts and semi-finished products directly to the area of operation of large facilities in order to reduce time and cost of repairs are studied. The techniques assessing the degree of deformation depending on the dimensions of the workpiece and the flange deformation are considered. A method of metal stamping of large products with artificial adjustment of imperfections, such as local stampings or corrugation on the surface of semi-finished products, control the size of the plastic zone of stability is offered. The evaluation of the effectiveness of the proposed method for the manufacture of large components in their area of operation and installation is made.

Савченко Н. Ф.

канд. техн. наук,
доц. ХНЭУ
savchenko.n.f@gmail.com

Третьяк В. В.

канд. техн. наук,
доц. НАУ ХАИ
Vladimir.tretjak@mail.ru

Онопченко А. В.

мл. науч. сотр. НАУ ХАИ
anton.onopchenko@yandex.ru

ХНЭУ им. Кузнеця – Харьковский национальный экономический университет
им. С. Кузнеця, г. Харьков;

НАУ ХАИ – Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт».

УДК 621.7.044

Савченко Н. Ф., Третьяк В. В., Онопченко А. В.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РЕМОНТНЫХ РАБОТ КРУПНОГАБАРИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ЛОКАЛЬНОЙ ШТАМПОВКИ

Использование целого ряда прогрессивных методов штамповки ограничено при изготовлении тонкостенных крупногабаритных деталей возникновением гофров на поверхности изделий, способствующих возникновению чрезмерных локальных утонений, превышающих допустимые иногда в 1,5–2 раза. Еще большие проблемы могут возникать из-за трудностей, связанных с выбором оборудования и оснастки, их отсутствием.

Повышение эффективности использования современных промышленных комплексов с позиций ресурсо- и энергосбережения во многих случаях связаны с расширением области применения крупногабаритных сооружений, повышением качества крупногабаритных изделий и увеличением их номенклатуры (ассортимента). К этим изделиям относятся, прежде всего, сооружения и агрегаты, изготавливаемые для хранения, переработки и транспортировки продуктов, энергоносителей и сырья.

Примеры таких конструкций – это цилиндрические и сферические резервуары диаметрами более 3–5 м (рис. 1), однослойные или многослойные, а также другие металлоконструкции, изготавливаемые из цельных и штампосварных заготовок.

Как правило, изготовление резервуаров всегда чрезвычайно трудоемко из-за отсутствия эффективных методов изготовления наиболее сложных элементов их конструкции, таких, как сферические и эллиптические днища, крышки осесимметричной и не осесимметричной формы в плане.

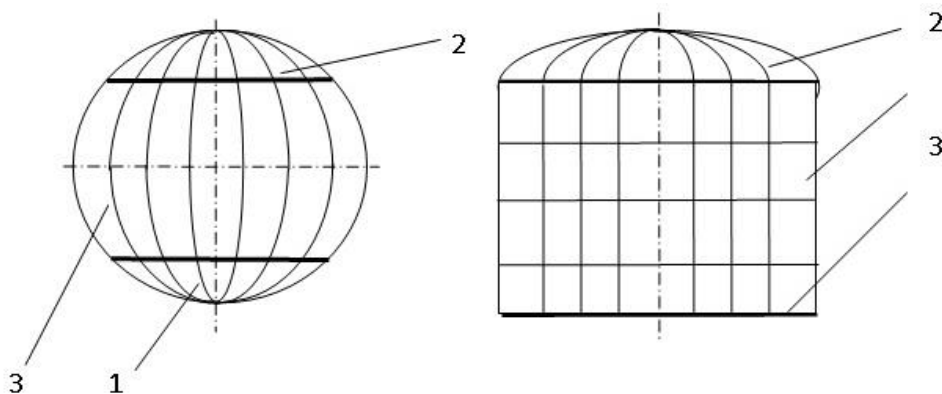


Рис. 1. Типовые сооружения, изготавливаемые с использованием методов штамповки: а – сферический резервуар; б – цилиндрический резервуар; 1 – нижнее днище; 2 – верхнее днище; 3 – пояс резервуара

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, использованием 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].

Поэтому важнейшими задачами, стоящими перед технологией машиностроения, являются снижение непроизводительных затрат, обусловленных низкой 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 на поверхности и локальных утонений стенок, превышающих допустимые значения на различных стадиях их формоизменения (а не только на конечных).

Целью проведенного исследования является разработка прогрессивного метода листовой штамповки деталей из конических полуфабрикатов для проведения ремонтных 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.

Изготовление крупногабаритных изделий в зоне сооружения конструкций больших габаритов осуществляют специальные строительно-монтажные организации и управления. Большинство методов изготовления изделий предполагает их предварительную поэлементную штамповку на предприятии, как правило, удаленном на значительное расстояние от места сооружения. Затем следует последующее рулонирование отштампованных полуфабрикатов для придания им приемлемых для транспортировки размеров, транспортировку, разворачивание рулона в месте сооружения крупногабаритной конструкции с использованием специальной техники (грузоподъемной и транспортной) и трудоемкую сборку (сстыковка лепестков, сварка).

Весьма трудоемки в изготовлении сферические, торообразные и каплевидные резервуары. Конструктивные особенности резервуаров сложной формы можно видеть на примерах сферических резервуаров (рис. 2).

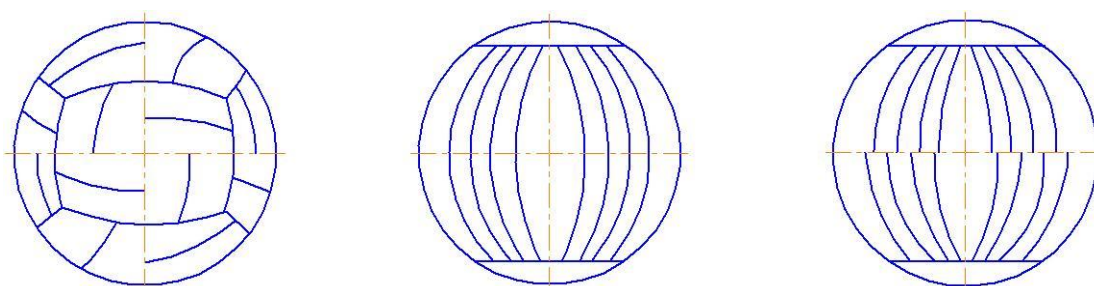


Рис. 2. Типовые конструкции сферических резервуаров

Находят также применение и методы последовательного по локальным участкам формообразования изделий из отдельных элементов типа лепестков с последующей их сборкой на монтажных площадках и использованием для повышения точности гидрораздува [3]. Меридиональные лепестки получают газопламенной, плазменной резкой по копиру из листа, фрезерованием стопы листов на копировально-фрезерных станках и др. От точности изготовления меридиональных лепестков зависит, в конечном счете, качество (например, сферичность) оболочки и трудоемкость ее сооружения. В соответствии с этим способом после соединения стыков производят гидрораздув оболочки для придания ей окончательной формы.

Высокая трудоемкость, отсутствие прогрессивных технологий или специального оборудования обуславливает необходимость проведения дальнейшего усовершенствования технологии изготовления такого типа изделий с использованием методов штамповки.

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.

Предлагаемый способ изготовления тонкостенной сферической оболочки (рис. 3) позволяет изготавливать их на монтажных площадках, используя подъемные и такелажные механизмы, что снижает трудозатраты на изготовление, транспортирование достаточно объемного полуфабриката к месту монтажа (рис. 4).

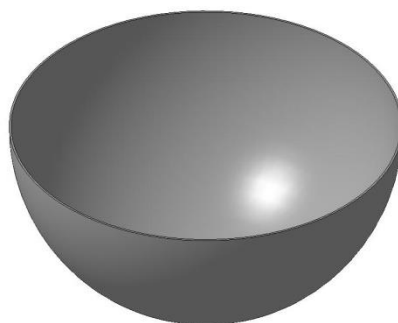


Рис. 3. Сфера – модель резервуара – после окончательного формообразования

Способ позволяет снизить сроки изготовления за счет исключения трудоемкого процесса сварки. В то же время возможно получение тонкостенной сферической оболочки, выдерживающей рабочее давление до 4 МПа.

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 (с 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.

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. 5).

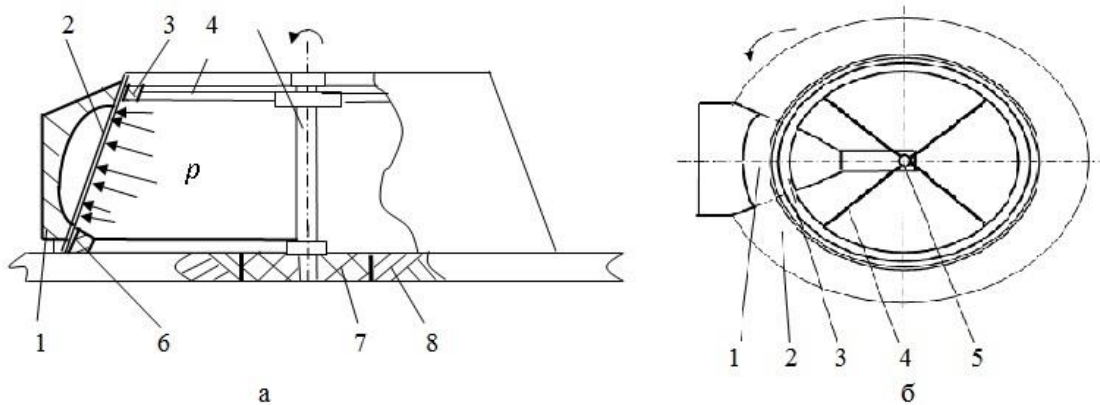


Рис. 4. Схема стандовой штамповки с использованием термофизических методов локальной штамповки:

а – фронтальный вид; б – горизонтальный вид; 1 – матрица-сектор; 2 – пространственный полуфабрикат; 3 – прижим; 4 – упор; 5 – ось; 6 – основание; 7 – втулка

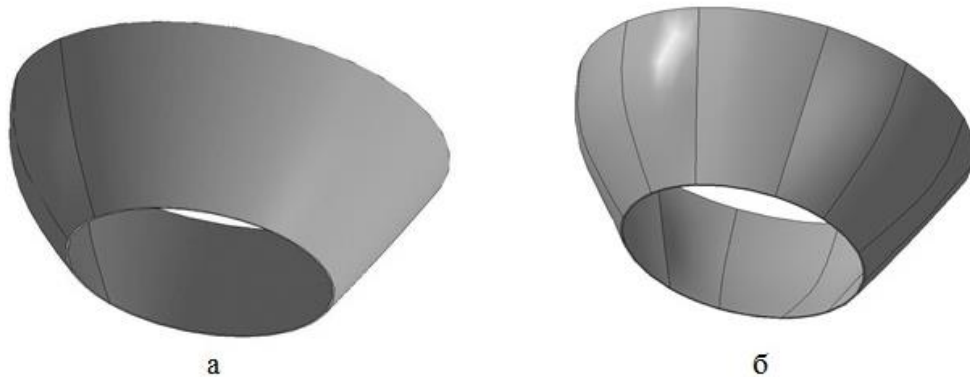


Рис. 5. Полуфабрикат, изготавливаемый стандовой штамповкой (3-D модель):

а – с одной выштамповкой; б – с тремя выштамповками

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

$$W_{ДЧ} \leq W_{ПЗ}, \quad (1)$$

где $W_{ДЧ}$, $W_{ПЗ}$ – работа пластической деформации соответственно купольной (донной) и периферийной (фланцевой) зон штампуемой заготовки.

Работа пластической деформации в общем случае [3–5]:

$$W = \xi(n) \sigma_e V_0 l_i^{1+n}, \quad (2)$$

где $\xi(n)$, n – коэффициенты, зависящие от механических характеристик материала заготовки, $\xi(n) = 1,55$; $n \approx 0,10 \dots 0,65$;

V_0 – объем плоской заготовки (или ее части); для донной части осесимметричной заготовки $V_{0ДЧ} = 0,785 \cdot \pi d^2$, для сопрягающейся с ней периферийной, фланцевой, части $V_{0ПЗ} = 0,785 \cdot \pi d^2 \cdot (k^2 - 1)$;

здесь k – степень вытяжки, определяемая отношением диаметра заготовки к диаметру детали (отверстия матрицы);

l_i – средняя интенсивность деформации соответствующего участка заготовки (фланца или донной части).

Подставляя эти значения в условие (2) можно оценить степень деформации в опасном сечении (размещенного при штамповке, например, гидроэластичным пуансоном, как правило, в куполе донной части детали) в зависимости от размеров фланца заготовки и его деформации. Дополнительным преимуществом можно считать и вытекающий из условия вывод о возможности использования при интенсификации процесса вытяжки методов искусственного регулирования размеров зон деформации [2, 5].

ВЫВОДЫ

Таким образом, разработан и может рекомендоваться метод последовательной локальной штамповки с искусственным регулированием зон двухосного растяжения.

Предложена методика оценки степени деформации в опасном сечении в зависимости от размеров фланца заготовки и его деформации.

Предложенная технология локальной штамповки позволяет 80–90 % деталей крупногабаритных сооружений изготавливать непосредственно в зоне их эксплуатации или монтажа без использования дорогостоящего оборудования, позволяют существенно (в 10 и более раз) снизить сроки и стоимость ремонтных работ крупногабаритных сооружений, например, резервуаров.

Использование технологий, разработанных в проблемной лаборатории ХАИ и на кафедре техники и технологии в ХНЭУ, позволяют существенно (в 10 и более раз) снизить сроки и стоимость ремонтных работ крупногабаритных сооружений, например, резервуаров.

Эти разработки позволяют 80–90 % деталей крупногабаритных сооружений изготавливать непосредственно в зоне их эксплуатации или монтажа без использования дорогостоящего оборудования.

Как дальнейшая задача предполагается исследование особенностей штамповки изделий с формой в плане, отличной от осесимметричной.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мошин Е. Н. *Технология штамповки крупногабаритных деталей* / Е. Н. Мошин. – М. : Машиностроение, 1973. – 240 с.
2. Степанов В. Г. *Гидровзрывная штамповка элементов судовых конструкций* / В. Г. Степанов, П. М. Сипилин. – Л. : Судостроение, 1966. – 292 с.
3. Шамарин Ю. Е. *Высокопроизводительные методы обработки металлов давлением* / Ю. Е. Шамарин. – К. : Техника, 1991. – 102 с.
4. 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.
5. Савченко Н. Ф. *Изготовление крупногабаритных деталей емкостей и резервуаров.* / Савченко Н. Ф., Е. Н. Рубан // *Международ. научно-техн. конф. «Современное состояние использования импульсных источников энергии в промышленности» : тезисы докладов.* – Х. : ХАИ, 2007, С. 103–104.
6. Колганов И. М. *Технологичность авиационных конструкций, пути повышения. Часть 1 : учеб. пособие* / И. М. Колганов, П. В. Дубровский, А. Н. Архипов. – Ульяновск : УлГТУ, 2003. – 148 с. – Режим доступа : http://venec.ulstu.ru/lib/2003/4_Kolganov_Dubrovski_Arhipov.pdf.