

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РЕМОНТНЫХ РАБОТ КРУПНОГАБАРИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ЛОКАЛЬНОЙ ШТАМПОВКИ

Для уменьшения сроков и стоимости ремонтных работ исследуется один из возможных методов листовой штамповки полуфабрикатов и деталей для проведения ремонтных работ непосредственно в зоне эксплуатации крупногабаритных сооружений. Предложен метод стеновой штамповки крупногабаритных изделий с искусственным регулированием технологических несовершенств, например, локальных штамповок или гофрирования на поверхности полуфабрикатов, регулирования размеров зон пластической устойчивости. Дополнительным преимуществом можно считать возможность использования для интенсификации процесса вытяжки методов искусственного регулирования размеров зон деформации. Отражены основные особенности оценки технологических параметров. 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.

Ключевые слова: крупногабаритные конструкции, сферические и цилиндрические резервуары, локальная штамповка, процесса вытяжки, листовая штамповка

Савченко М.Ф., Андилахай О.О. Удосконалення ремонтних робіт великогабаритних конструкцій з використанням методу локального штампування. Для зменшення термінів і вартості ремонтних робіт досліджується один з можливих методів листового штампування напівфабрикатів і деталей для проведення ремонтних робіт безпосередньо в зоні експлуатації великогабаритних споруд. Запропоновано метод стенової штампування великогабаритних виробів з штучним регулюванням технологічних недосконалостей, наприклад, локальних штамповок або гофрування на поверхні напівфабрикатів, регулювання розмірів зон пластичної стійкості. Додатковою перевагою можна вважати можливість використання для інтенсифікації процесу витяжки методів штучного регулювання розмірів зон деформації. Відображені основні особливості оцінки технологічних параметрів. Запропоновано методику оцінки ступеня деформації в небезпечному перерізі залежно від розмірів фланця заготовки і його деформації. Запропонована технологія локального штампування дозволяє 80 - 90% деталей великогабаритних споруд виготовляти безпосередньо в зоні їх експлуатації або монтажу без використання дорогого устаткування, дозволяють істотно (в 10 і більше разів) знизити терміни і вартість ремонтних робіт великогабаритних споруд, наприклад, резервуарів.

Ключові слова: великогабаритні конструкції, сферичні й циліндричні резервуари, локальне штампування, процес витяжки, листове штампування

Savchenko N.F., Andilahay A.A. Perfection repairs of large structures with the use of local stamping. To reduce the time and cost of repair work explores one of the possible methods of stamping parts and semi-finished products for repair work directly in the area of operation of large-scale structures. We propose a method Metal stamping large products with artificial adjustment of imperfections, such as local stampings or fluting on the surface of semi-finished adjusting the dimensions of the plastic zone of stability. An additional advantage can be regarded as an opportunity to intensify the use of the drawing process of artificial regulation of the size of deformation zones. Reflects the main features of an estimation of process parameters. A method for evaluating the degree of deformation in the dangerous section, depending on the dimensions of the workpiece and the flange deformation. The proposed technology allows local punching 80 - 90% of the parts of large buildings to produce the immediate area of their operation or installation without the use of expensive equipment, can significantly (by more than 10 times) to reduce the time and cost of repairs of large structures such as tanks.

Keywords: large structures, spherical and cylindrical tanks, local stamping, drawing process, Stamping

Постановка проблемы. 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.

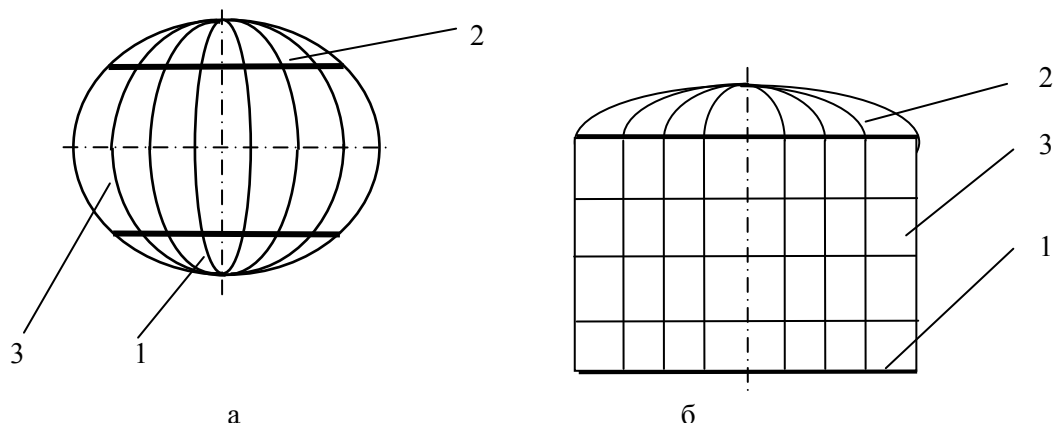


Рис. 1 – Типовые сооружения, изготавливаемые с использованием методов штамповки: сферический (а) и цилиндрический (б) резервуары: 1, 2 – нижнее и верхнее днище; 3 – пояс резервуара

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.

Анализ последних исследований и публикаций. 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 может 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].

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 (бухтин) на поверхности и локальных утонений стенок, превышающих допустимые значения на различных стадиях их формоизменения (а не только на конечных).

Цель работы – разработка прогрессивного метода листовой штамповки полуфабрикатов и деталей 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.

Изложение основного материала. Изготовление крупногабаритных изделий в зоне сооружения конструкций больших габаритов осуществляют специальные строительномонтажные организации и управления. Большинство методов изготовления изделий предполагает их предварительную поэлементную штамповку на предприятии, как правило, удаленном на значительное расстояние от места сооружения, затем 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.

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

Вместе с тем, использование целого ряда прогрессивных методов штамповки, кроме трудностей, связанных с выбором 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.

Высокая трудоемкость, отсутствие прогрессивных технологий или специального оборудования обуславливает необходимость проведения дальнейших усовершенствований 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.

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:

- 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. 2, рис. 3).

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

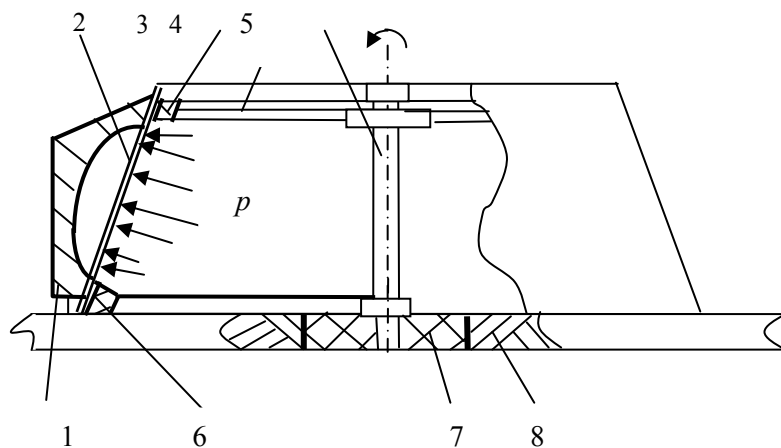
$$W_{дч} \leq W_{пз}, \quad (1)$$

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

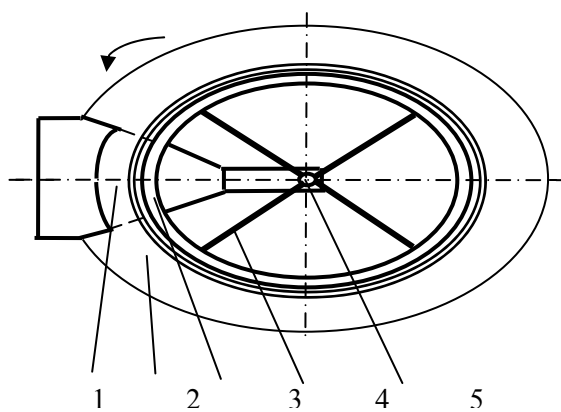
Работа пластической деформации в общем случае [3-5]:

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

где $\xi(n)$, n – коэффициенты, зависящие от механических характеристик материала заготовки, $\xi(n) = 1,55$; $n \approx 0,10 \dots 0,65$; V_o – объем плоской заготовки (или ее части); для донной части осесимметричной заготовки: $V_{одч} = 0,785 \cdot \pi d^2$; для сопрягающейся с ней периферийной, фланцевой, части: $V_{офз} = 0,785 \cdot \pi d^2 (k^2 - 1)$; k – степень вытяжки, определяемая отношением диаметра заготовки к диаметру детали (отверстия матрицы); l_i – средняя интенсивность деформации соответствующего участка заготовки (фланца или донной части).



а



б

Рис. 2 – Схема стеновой 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

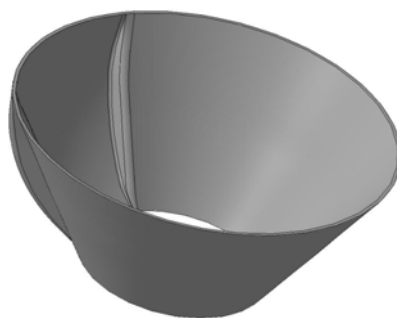


Рис. 3 – Полуфабрикат, изготавливаемый стеновой штамповкой (3D-модель)

Подставляя эти значения в условие (2) можно оценить степень деформации в опасном сечении (размещенного при штамповке 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].

Выводы

В работе предложен метод стеновой штамповки крупногабаритных изделий с искусственным регулированием технологических несовершенств, например, локальных штамповок или гофрирования на поверхности полуфабрикатов, регулирования размеров зон пластической устойчивости. Дополнительным преимуществом можно считать возможность использования для интенсификации процесса вытяжки методов искусственного регулирования размеров зон деформации. В качестве дальнейшей задачи предполагается исследование особенностей штамповки изделий с формой в плане, отличной от осесимметричной. Разработки Харьковского национального экономического университета позволяют 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 использованных источников:

1. Мошнин Е.Н. Технология штамповки крупногабаритных деталей / Е.Н. Мошнин. – М.: Машиностроение, 1973. – 240 с.
2. Способ изготовления сферических оболочек / М.Г. Скакунов, К.К. Липодат и др. // А.С. СССР № 755388 В 21D 51/08, Е 04Н 07/14 от 27.09.77 г.
3. Степанов В.Г. Гидровзрывная штамповка элементов судовых конструкций / В.Г. Степанов, П.М. Сипилин и др. – Л.: Судостроение, 1966.–292 с.
4. Шамарин Ю.Е. Высокопроизводительные методы обработки металлов давлением / Ю.Е. Шамарин Ю.Е. и др. – К.: Техніка, 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. – Харьков: Национальный аэрокосмический университет "ХАИ", 2007. – С. 103–104.
7. Технологичность авиационных конструкций, пути повышения http://venec.ulstu.ru/lib/2003/4_Kolganov_Dubrovski_Arhipov.pdf
1. Moshnin E.N. Tekhnologiya shtampovki krupnogabaritnykh detaley / E.N. Moshnin. – M.: Mashinostroenie, 1973. –240 s.
2. Sposob izgotovleniya sfericheskikh obolochek / M.G. Skakunov, K.K. Lipodat i dr. – A.S. SSSR № 755388 В 21D 51/08, Е 04Н 07/14 от 27.09.77 г.
3. Stepanov V.G. Gidrovzryvnaya shtampovka elementov sudovykh konstruksiy / V.G. Stepanov, P.M. Sipilin i dr. – Leningrad: Sudostroenie, 1966.– 292 s.
4. Shamarin Y.E. Vysokoproizvoditelnye metody obrabotki metallov davleniem / Y.E. Shamarin i dr. – K.: Tekhnika, 1991. – 102 s.
5. Savchenko N.F. O proektirovanii tekhpotsessov gidrovzryvnoy tonkolistovoy shtampovki-vytyazhki krupnogabaritnykh detaley tipa dnish / N.F. Savchenko // Impulsnaya obrabotka metallov davleniem: sb. statey pod red. kand. tekhn. nauk V.K. Borisevicha. – M.: Mashinostroenie, 1977. – S. 51-56.
6. Savchenko N.F. Izgotovlenie krupnogabaritnykh detaley emkostey i rezervuarov / N.F. Savchenko, E.N. Ruban. // Sovremennoe sostoyanie ispolzovaniya impulsnykh istochnikov energii v promyshlennosti: tezisy dokladov Mezhdunar. nauchno-tekhn. konf. – Kharkov: Natsionalnyi aerokosmicheskii universitet "KhAI", 2007. – S. 103–104.
7. Tekhnologichnosty aviatsionnykh konstruksiy, puti povysheniya http://venec.ulstu.ru/lib/2003/4_Kolganov_Dubrovski_Arhipov.pdf

Рецензент: С.С. Самогугин
д-р техн. наук, проф. ГВУЗ “ПГТУ”

Статья поступила 01.12.2014г.