

*XXIII Міжнародна науково-
практична конференція*

ФІЗИЧНІ ТА КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ

21 – 22 грудня 2017 р.

м. Харків

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Одеський національний політехнічний університет
ТОВ Технічний центр «ВаріУс» (м. Дніпро, Україна)
Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця
Публічне акціонерне товариство «ФЕД» (м. Харків, Україна)
Національний технічний університет «ХПІ» (м. Харків, Україна)
Харківський національний технічний університет сільського господарства
ім. Петра Василенка
Приазовський державний технічний університет (м. Маріуполь, Україна)
Луцький національний технічний університет
ДП «УкрНТЦ «Енергосталь» (м. Харків, Україна)
ТОВ «Імперія металів» (м. Харків, Україна)
ПАТ «Завод «Південкабель» (м. Харків, Україна)
ПАТ «Світло шахтаря» (м. Харків, Україна)
Приватне акціонерне товариство ХМЗ «ПЛНФА» (м. Харків, Україна)
Інститут надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля
НАН України (м. Київ, Україна)
Університет, Делі (Індія)
Національний політехнічний університет Вірменії, Ванадзорська філія
(Ванадзор, Вірменія)
Константин Бранкузі університет Таргу-Жиу (Таргу-Жиу, Румунія)
Політехнічний університет (м. Валенсія, Іспанія)
Грузинський технічний університет (м. Тбілісі, Грузія)
ДНВО «Центр» НАН Білорусі (м. Мінськ)
Вища технічна школа механіки (Сербія)
Технічний університет (м. Кишинів, Молдова)

МАТЕРІАЛИ
XXIII МІЖНАРОДНОЇ
НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
«ФІЗИЧНІ ТА КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ»

21 - 22 грудня 2017 року

м. Харків

УДК 62-65: 621.382.82
Ф 50

Ф50 Фізичні та комп'ютерні технології. Матеріали XXIII Міжнародної науково-практичної конференції, 21–22 грудня 2017, м. Харків. – Одеса: ОНПУ, 2018. – 229 с.

Представлено наукові праці, в яких розглянуто наукові концепції розвитку технології машинобудування, механічної і фізико-технічної обробки; інноваційні технології, обладнання та інструменти; проблеми динаміки та міцності машин, математики, механіки та управління; проблеми економіки промисловості.

Для спеціалістів промислового виробництва, науково-технічних працівників, економістів, студентів, аспірантів та викладачів.

УДК 62-65: 621.382.82

Матеріали відтворено з авторських оригіналів

© Колектив авторів, 2018
© Одеський національний
політехнічний університет, 2018

БЕСПРЕССОВЫЕ МЕТОДЫ ШТАМПОВКИ КАК ОДИН ИЗ ВОЗМОЖНЫХ ВАРИАНТОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ МАЛОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Савченко Н.Ф., канд. техн. наук, доц.

(Харьковский национальный экономический университет им. С. Кузнеця, Харьков, Украина)

Третьяк В.В., канд. техн. наук, доц.

(Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина)

Запропоновано з позицій ресурсо- та енергозбереження метод безпресового штампування як варіант зниження витрат ресурсів в заготівельному виробництві. Особливістю способу штампування є цілеспрямована зміна розмірів зон двохосного розтягнення й розмірів напівфабрикату.

Предложен с позиций ресурсо- и энергосбережения метод беспрессовой штамповки как вариант снижения затрат ресурсов в заготовительном производстве. Особенностью способа штамповки является целенаправленное изменение размеров зон двухосного растяжения и размеров полуфабриката.

From the standpoint of resource and energy conservation, the method of non-press stamping is proposed as an option to reduce the cost of resources in the procurement industry. The peculiarity of the stamping method is a deliberate change in the size of the biaxial stretching zones and the size of the half-finished product.

В современных условиях в Украине почти во многих отраслях промышленности сложилась ситуация, при которой большинство крупных промышленных предприятий, успешно существовавшие в начале девяностых годов, оказались не в состоянии выживать в новой для них конкурентной среде.

В связи с этим, особое место могут занимать малые предприятия (МП), которые даже в кризисных условиях имеют возможность успешно конкурировать на рынке, развиваться и приносить прибыль. Их преимуществом является то, что МП способны достаточно быстро осваивать и применять прогрессивные технологии в производстве товаров и оказании услуг. Именно малые предприятия (МП) во многих странах считают базисом экономики. Возникая во многих случаях с микропредприятий, они занимают важное место в экономике развитых стран. Специалисты утверждают, что без них не существовать во многих случаях и крупным предприятиям. В странах Евросоюза насчитывается более 20 млн. предприятий малого и среднего бизнеса (МСП), которые дают более половины общей добавленной стоимости. По численности МСП составляли в 2012 гг. до 99,8% всех предприятий региона. Подавляющее большинство из них (92,2%) – микропредприятия [1]. Причем количество населения, занятого в малом бизнесе Европы, составляет около 70%.

Однако малые предприятия сталкиваются с рядом проблем.

В первую очередь это ограниченный производственный опыт, который оказывает негативное влияние на успешность применения высоких технологий. В отличие от крупных предприятий, каждая новая продукция становится уни-

кальной, что требует разработки технологических процессов с нуля, часто для сложных деталей собственные технологические разработки становятся непосильными. Поэтому обновление станочного парка и совершенствование технологии машиностроения для малых предприятий представляет важную задачу в условиях Украины. Очень сложными они могут быть для «переселенцев» из Донецкой и Луганской областей, которые выехали оттуда из-за проведения АТО или нежелания оставаться на территории, подконтрольной террористам. Переселенцы при создании МП сталкиваются как с общими человеческими проблемами при вынужденной смене места жительства, так и с проблемами, связанными с переносом собственной предпринимательской деятельности по новому месту жительства.

Поэтому вопросы разработки новых технологий, использующих мобильное, малой стоимости оборудование и учитывающих специфику развития малых предприятий (их минимальные капиталовложения, простота эксплуатации) могут представлять определенный интерес для многих малых предприятий, особенно при использовании высокопроизводительных методов штамповки или проведении ремонтных работ.

В Украине наибольший вклад в разработку специальных методов листовой штамповки внесли такие ученые, как Р.В. Пихтовников – основатель импульсной школы в б. СССР, В.Г. Кононенко, Ю.Н. Алексеев, В.К. Борисевич, развившие ряд новых перспективных направлений импульсной металлообработки [1–10]. Это позволило выделить их как беспрессовые методы, эффективно использовать как методы изготовления высокопрочных и высокоточных деталей без использования дорогостоящего прессового оборудования.

Однако задачи предупреждения потери пластической устойчивости при тонколистовой штамповке и проведении ремонтных работ создают большие проблемы, особенно, возникновение в сжато-растянутых зонах гофров или бухтин. В то же время существующие решения при интенсификации беспрессовой штамповки практически не предусматривают возможности использования типовой оснастки при получении деталей, различных по геометрическим и технологическим признакам. Поэтому задачи расширения номенклатуры изделий, снижения расходов на оснастку, улучшения качества изделий, получаемых беспрессовыми методами штамповки с использованием принципов системного подхода, чрезвычайно актуальны.

Цель работы – разработка прогрессивного метода листовой штамповки с использованием преимуществ беспрессовых методов штамповки и искусственного управления локальными несовершенствами типа гофров и бухтин.

Беспрессовые методы штамповки с позиций системного подхода предполагают наличие формозадающей поверхности в виде оснастки, устройств для создания и управления внешней нагрузки, а также приемов для искусственного регулирования зон пластической устойчивости [1-5]. При проектировании технологии штамповки с раздачей полуфабриката необходимо учитывать:

- 1) гибкость или относительную толщину детали;
- 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 и отклонениями от норм, допустимыми по техническим условиям.

С этой целью может быть предложен метод беспрессовой штамповки с раздачей полуфабрикатов с использованием специальных технологических приемов для интенсификации штамповки и изменения конструктивных и механических характеристик полуфабрикатов и деталей [6–8].

В соответствии с предложенным методом осуществляют предварительное получение полуфабриката, все размеры которого в плане меньше, чем размеры детали. На втором или третьем штамповочном переходе осуществляют раздачу.

При этом сама деталь может не быть геометрически подобной полуфабрикату. Штамповка полуфабриката может осуществляться по следующим технологическим схемам:

штамповка «на провал» – изготовление изделий и полуфабрикатов типа днищ, коробчатых изделий со сравнительно (для импульсных методов) невысокой точностью (отклонения купольной части 1 – 3 мм);

штамповка в матрицу со сменными матричными кольцами (детали со степенью вытяжки до 1,5 – 1,7);

штамповка по обтяжному пуансону;

комбинированная штамповка – штамповка полуфабриката по обтяжному пуансону и последующая его раздача.

Варианты типовых изделий, изготавливаемых с использованием приема раздачи полуфабриката приведены на рис. 1.

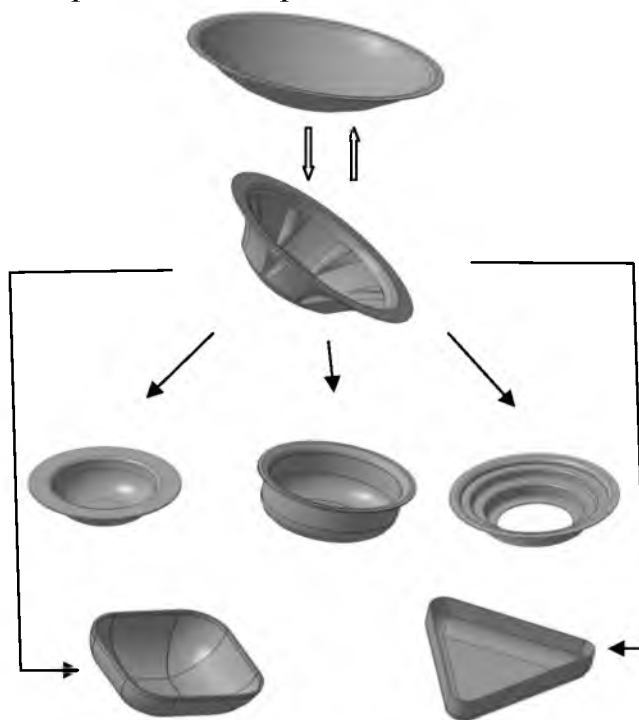


Рис. 1 – Возможные примеры использования беспрессовой штамповки с раздачей полуфабриката и расширения номенклатуры изделий (имитационные модели)

Важным преимуществом именно беспрессовых методов можно считать также и возможности в широком диапазоне изменять интенсивность внешней нагрузки, ее распределение по заготовке. Это может быть достигнуто с использованием импульсных источников энергии, например, газодетонационных или электрогидравлических.

При выборе технологических параметров штамповки с раздачей одним из наиболее сложных вопросов является выбор размеров полуфабриката, которые рационально назначать, зная размеры зон двусосного растяжения, располагающиеся в купольной его части. В остальной части полуфабриката (периферийной) преобладают сжато-растянутые зоны. Именно в них и возникают зоны с гофрами в зависимости от принятых технологических мероприятий по их регулированию.

При оценке размеров зон пластической неустойчивости можно исходить из инженерных зависимостей (1):

$$R \cdot \alpha_{\partial p} = r \cdot \left(1 + \frac{2}{3} e_{\theta}\right); \quad (1)$$

$$2\pi \cdot R \cdot \sin \alpha_{\partial p} = 2\pi \cdot R \cdot \left(1 + \frac{\sigma_s}{E}\right),$$

где R , r – соответственно радиус купольной части оболочки и радиус зоны двусосного растяжения; $\alpha_{\partial p}$ – угол между осью оболочки и зоной двусосного растяжения; e_{θ} – тангенциальная деформация; σ_s , E – соответственно предел текучести и модуль упругости.

Исключив параметры r и R , получим:

$$\frac{\alpha_{\partial p}}{\sin \alpha_{\partial p}} = \frac{1 + \frac{2}{3} e_{\theta}}{1 + \frac{\sigma_s}{E}}. \quad (2)$$

Из уравнения (2) можно установить максимально допустимое значение:

$$\alpha_{\partial p} \leq \frac{\pi}{6} \cdot \frac{\left(1 + \frac{\sigma_s}{E}\right)}{\left(1 + \frac{2}{3} e_{\theta}\right)}. \quad (3)$$

Тогда можно определить максимальные размеры зоны двусосного растяжения, задав ее радиусом

$$r = r_{\partial p} = R \cdot \sin \alpha_{\partial p}. \quad (4)$$

Зная размеры зоны $r_{\partial p}$, можно более точно оценить качество штампуемых деталей (распределение и величину утонений, размеры зоны возникновения гофров и прогнозировать их величину гофров), назначить рациональную величину степени раздачи полуфабриката, определяемую отношением диаметров (или условного размера) детали и полуфабриката. Также можно определить и величину работы пластической деформации, необходимую для определения параметров внешней нагрузки. Проведенные эксперименты по раздаче осесимметричных полуфабрикатов показали, что наиболее приемлемые степени раздачи $k_p \leq 1,15$ (рис. 2).

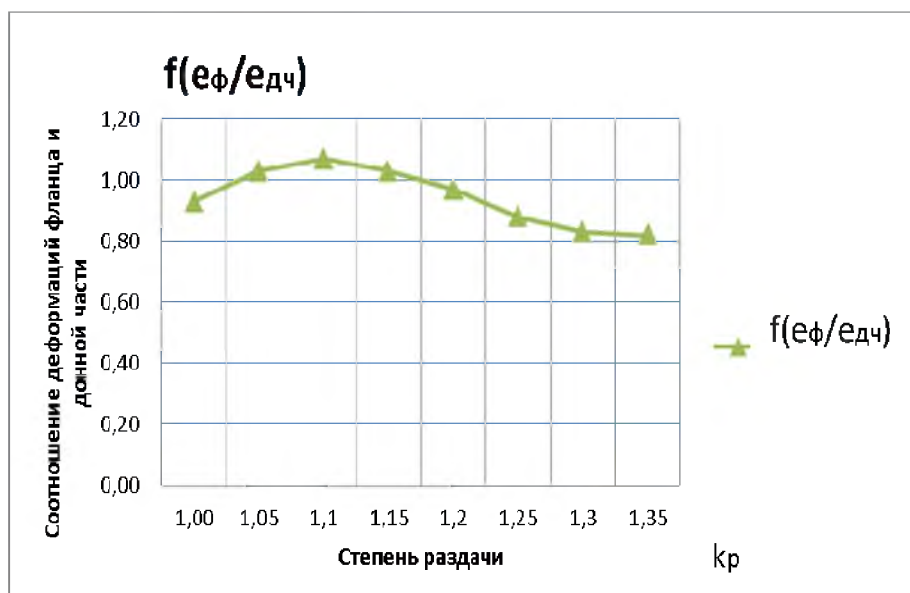


Рис. 2 – Зависимость средних степеней деформации периферийной (фланцевой) и купольной (донной) частей заготовки от степени раздачи

При этом, чем больше количество гофров на поверхности полуфабриката, тем их размеры меньше отличаются между собой и тем больше вероятность равномерного распределения (или близкого к нему) материала сгофрированной оболочки и, следовательно, лучшие условия для устранения гофров при двухосном растяжении. Регулирование размеров гофров и их расположения может проводиться с использованием методов моделирования или непосредственно в процессе изготовления опытной партии деталей (изменением степени раздачи, уменьшением прижима фланца заготовки, использованием технологических вкладышей).

Возможность устранения гофров и бухтин на поверхности при последующей штамповке-раздаче (второй или последующие переходы) позволяет улучшить также и условия формообразования самого полуфабриката. Это может достигаться снижением усилий прижима фланца заготовки (в отдельных случаях исключить необходимость в прижимных устройствах) и искусственным увеличением протяжного ребра матрицы или матричных колец на 20...50 % по сравнению с традиционными методами штамповки.

Такие мероприятия позволяют не только снизить на 5–20 % утонения в опасных зонах детали (при штамповке беспрессовыми методами, как правило, купольных), но и соответственно увеличить при необходимости глубину штамповки полуфабриката и детали.

Регулирование размеров полуфабриката упрощает изготовление крупногабаритных деталей, например кузовных для автомобиля или деталей, или секций резервуаров, и может быть особенно эффективным мероприятием интенсификации листовой штамповки. При этом для регулирования размеров полуфабриката предполагается использование одного комплекта оснастки и сменных матричных колец. В качестве сменных матричных колец могут использоваться прокладки из листового металла, геометрически подобные отверстию

матрицы или со специальными вырезами. Это существенно снизит затраты на оснастку, уменьшит время изготовления изделий. Поэтому использование предложенного метода листовой штамповки цельных изделий беспрессовыми методами не только позволяет в разы снизить капитальные затраты на оборудование и оснастку, исключить последующую сварку секций деталей и их правку и термообработку, но и может быть эффективным при расширении номенклатуры деталей, их габаритов, усложнении их конструктивной сложности, повышения качества изделий.

Таким образом, разработанный метод штамповки с искусственным регулированием зон двухосного растяжения можно рекомендовать в условиях мелкосерийного производства, в том числе и для использования их малыми предприятиями. Целенаправленное регулирование размеров полуфабриката упрощает и может быть особенно эффективным мероприятием при изготовлении крупногабаритных деталей, например кузовных для автомобиля или резервуаров. Штамповкой с раздачей полуфабриката на втором или последующих переходах может обеспечиваться и улучшение также условий формообразования самого полуфабриката: снижение утонений стенок, более равномерное распределение гофров на его поверхности. При изготовлении крупногабаритных деталей и отсутствии соответствующего их размерам прессового оборудования такой метод может быть достаточно эффективным при изготовлении деталей сложной формы и большой гибкости (соотношение диаметра и толщины заготовки).

Список литературы: 1. Волков Б.Н. Основы ресурсосбережения в машиностроении / Б.Н. Волков, Г.А. Яновский. – Л.: Политехника, 1991. – 180 с. 2. Ресурсосбережение промышленных предприятий / Н.И. Иванов, А.В. Бреславцев, Л.Т. Хижняк и др. – Донецк: ИЭП-НАН Украины, 1999. – 356 с. 3. Кириченко Л.Р. Научная школа профессора ПИХТОВНИКОВА РОСТИСЛАВА ВЯЧЕСЛАВОВИЧА / Л.Р. Кириченко, В.К. Борисевич, Н.Ф. Савченко // Физические и компьютерные технологии: труды 13-й Международной научно-технической конференции, 19–20 апреля 2007, г. Харьков. – Харьков: ХНПК “ФЭД”, 2007. – С. 271–276. 4. Проектирование современных производств обработки металлов давлением / Ю. Н. Стасовский, Ю.С. Кривченко, Г.С. Бабенко; под ред. д.т.н. Ю. Н. Стасовского. – Днепропетровск: МОНОЛИТ, 2009. – 746 с. 5. Задорский В.М. Системный подход к решению вопросов экологизации и энергосбережения / В.М. Задорский // Энергосберегающие технологии. Перспективы их внедрения на предприятиях металлургической отрасли: материалы научно-практического семинара. – Донецк, 2006. – 56 с. 6. Савченко Н.Ф. Беспрессовая штамповка в системе ресурсо- и энергосберегающих технологий заготовительно-штамповочного производства / Н.Ф. Савченко, В.Г. Чистяк, Н.Н. Савченко // Вестник Инженерной академии Украины. – Киев, 2000. – С. 75–79. 7. Мазуровский Б.Я. Электрогидравлический эффект в листовой штамповке / Б.Я. Мазуровский, А.Н. Сизев. – Киев: Наукова думка, 1983. – 192 с. 8. 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. 9. Савченко Н.Ф. Беспрессовая штамповка как вариант адаптационного развития предприятия / Н. Ф. Савченко // Ресурсосбережение и энергоэффективность процессов и оборудования обработки давлением в машиностроении и металлургии: труды IV научно-технической конференции, 7-9 ноября 2012 г., Харьков. – Х.: НТУ “ХПИ”, 2012. – С. 98–100. 10. Савченко Н.Ф. Изготовление крупногабаритных деталей емкостей и резервуаров / Н.Ф. Савченко // Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства: “Підвищення надійності відновлюємих деталей машин”. – Харків: ХДТУСГ, 2003. – Вип. 18. – С. 179–183.