

*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

Список літератури: 1. Дервянченко А.Г. Комплексная система для распознавания классов дефектов поверхностей и структур материалов / А.Г. Дервянченко, Т.В. Кожухарь, С.К. Волков // Високі технології в машинобудуванні – Харків: НТУ “ХП”, 2017. – С. 98–108. 2. Шати́ро Л. Компьютерное зрение / Шати́ро Л., Стокман Дж. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. – 2006. – 752 с. 3. Яне Б. Цифровая обработка изображений / Яне Б. – М.: Техносфера, 2007. – 584 с. 4. Дервянченко А.Г. Интеллектуальная система диагностирования отказов и прогнозирования ресурсов режущих инструментов / А.Г. Дервянченко, Д.А. Крилицын. – Одесса: «Астропринт», 2012. – 200 с.

УДК 621.7.044

РАЗРАБОТКА ПРИЕМОВ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ИМПУЛЬСНОЙ ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ

Иванченко Е.С., студентка, **Савченко Н. Ф.**, канд. техн. наук, доц.

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

Третьяк В.В., канд. техн. наук, доц.

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

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

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

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

В Украине разработаны и находят развитие достаточно эффективные с позиций современных технологий решения, в частности в области создания и развития беспрессовых методов изготовления крупногабаритных изделий, значительный вклад принадлежит научным школам ХАИ, созданным трудами Р.В. Пихтовникова [1]. 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, повышенными энергозатратами при его эксплуатации, высокой стоимостью и сложностью оснастки. Однако при этом установлено, что управление внешней нагрузкой может считаться одним из важных факторов интенсификации импульсной штамповки [1–6].

Опыт изготовления тонкостенных деталей показывает [4–6], что при неблагоприятном с точки зрения распределения по заготовке и длительности действия характере внешней нагрузки волновые эффекты могут ухудшать качество изделий. Ухудшение качества особенно существенно при изготовлении деталей больших габаритов и большой гибкости (соотношения диаметра или условного размера к толщине заготовки). Отштампованные детали могут иметь ряд дефектов. Их основные виды при повышенной скорости деформирования заготовок – неустраняемый брак в виде утяжки фланца, обрывов в виде просечки материала в зоне протяжного ребра матрицы (тонкостенные заготовки) или разрушения купольной части изделия (заготовки различных толщин).

Имеющийся опыт показывает, что одним из критериев качества и устойчивости процесса импульсной штамповки может служить отношение времени действия внешней нагрузки ко времени ее распространения по заготовке. Его увеличение позволяет повысить качество изделий, а также расширить технологические возможности листовой штамповки, снизить количество штамповочных переходов.

Примером самого простого и экономически оправданного технологического примера увеличения длительности внешней нагрузки при применении в качестве энергоносителей конденсированных бризантных взрывчатых ВВ типа аммонит может считаться увеличение дистанции взрыва. При этом дополнительно создаются и предпосылки для более равномерного распределения внешней нагрузки по заготовке и улучшения кинематических условий при ее формоизменении. Наиболее часто используются для этого комбинации зарядов простой формы (сферической). Применение зарядов сложной формы позволяет управлять как интенсивностью, так и длительностью действия внешней нагрузки. обеспечивает возможность последовательного формоизменения участков заготовки. Однако увеличение дистанции взрыва приводит к росту габаритов и стоимости защитного оборудования (бассейнов, броней, бронекламер и вакуум камер) и, к тому же, не обеспечивает управления полем деформации, особенно в окрестности зоны заготовки, где скорость деформации $\dot{\varepsilon} \gg 0$, а $t_{шт} \approx \theta$ (время штамповки приблизительно равно времени действия внешней нагрузки). В связи с этим применены (преимущественно за рубежом) методы управления внешней нагрузкой с помощью зарядов сложной формы.

Однако развитие этого направления ограничивается отсутствием в промышленности взрывчатых веществ, одновременно удовлетворяющих требованиям техники безопасности и технологии. Для примера отметим, что увеличение длительности действия внешней нагрузки вдвое требует практически для всех типов взрывчатых веществ 7...12-кратного увеличения дистанций и массы заряда, что из-за сложности обеспечения требуемых правил техники безопасности сдерживает широкое внедрение в производство методов взрывной штамповки. Поэтому при разработке направлений интенсификации штамповки-вытяжки целесообразно исходить не только из положения, используемого в практике статической (прессовой и беспрессовой) штамповки, в соответствии с которым принимается, что штамповка детали осуществляется до исчерпания несущей способности заготовки в опасном сечении.

Естественно, что при принятом допущении многие преимущества импульсных методов штамповки будут ограничены энергетическими соображениями, так как требование по снижению скорости деформирования приведет к искусственному уменьшению кинетической энергии инструмента, в качестве которого могут использоваться различные присоединенные массы, экраны, сама заготовка и передающая среда. Следовательно, разработка методов искусственного увеличения скорости смещения при импульсной штамповке может считаться одним из перспективных направлений интенсификации листовой штамповки. Это может достигаться увеличением относительного радиуса протяжного ребра матрицы более 50...90, а также применением технологических масс,

смещающихся при деформировании заготовки вместе с ней. Особенно эффективно при выборе методов интенсификации их совмещение. В качестве технологических масс могут быть «присоединенные массы» типа жестких экранов или деформируемых масс, восстанавливающих свои размеры после штамповки.

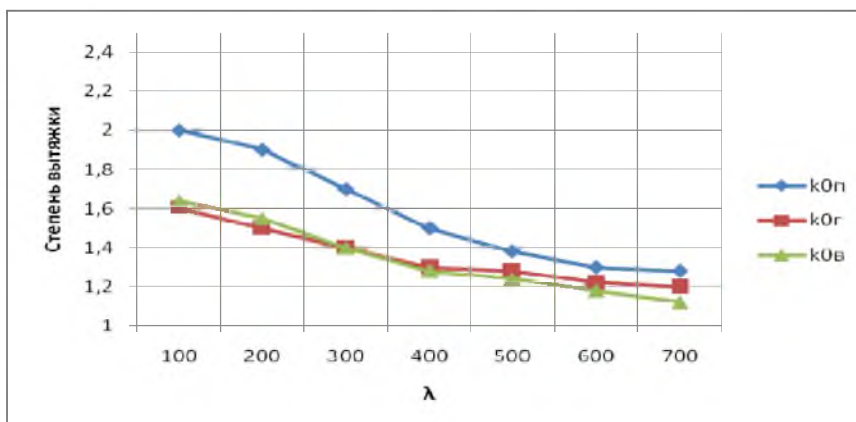


Рис. 1– Зависимость степени вытяжки от гибкости при штамповке на прессах, гидравлической и импульсной штамповке

Величину массы заряда взрывчатого вещества можно определить:

$$G = \frac{W}{\eta \cdot E}, \quad (1)$$

где W – работа деформирования заготовки; η – коэффициент полезного действия внешней нагрузки; $E = \dot{L} \cdot K \cdot Q \cdot G$ – полная работа, выделившаяся при импульсном выделении энергии; \dot{L} – механический эквивалент тепла, кГс·м/ккал; Q – теплота взрыва, ккал/кг; K – коэффициент, учитывающий неполноту химической реакции энергоносителя.

Коэффициент полезного действия (к.п.д.) η может быть определен как:

$$\eta = (\eta_{\Sigma \text{ в.в.}}^{\Sigma} + \eta_{\Sigma \text{ Г.П.}}^{\Sigma}) \cdot \eta_{\Sigma}, \quad (2)$$

где значения $\eta_{\Sigma \text{ в.в.}}^{\Sigma}$ и $\eta_{\Sigma \text{ Г.П.}}^{\Sigma}$ определяют долю энергии взрыва, передаваемой ударной волной и гидротоком, уточняются экспериментально.

При импульсной (взрывной) штамповке η не превышает 5–10 % в разовых бассейнах, как правило, эффективно используемых при штамповке крупногабаритных изделий. Скоростные характеристики процесса штамповки могут быть выбраны из энергетических соображений:

$$W_{\text{дч}} + W_{\text{мех}} \geq W_{\text{ПЗ}}, \quad (3)$$

$$W_{\text{дч}} + W_{\text{ПЗ}} \leq k (M_{\text{дч}} + M_{\text{мех}}) \cdot v^2, \quad (4)$$

где $W_{\text{дч}}$, $W_{\text{ПЗ}}$ – работа пластической деформации соответственно купольной (донной, “несущей”) и периферийной (фланцевой) зон штампуемой заготовки; $M_{\text{дч}}$, $M_{\text{мех}}$ – масса донной части заготовок и дополнительной (по технологическим соображениям) массы в виде присоединенных масс или экранов; v – скорость смещения донной части заготовки; k – коэффициент, $k = 0,5 \dots 0,7$.

Работа пластической деформации в общем случае [5]:

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

где $\xi(n)$, n – коэффициенты, зависящие от механических характеристик материала заготовки, $\xi(n) = 1,55$ для $n \approx 0,10 \dots 0,65$; e_i – средняя интенсивность деформации; V_o – объем плоской заготовки (или ее части); для донной части осесим-

метричной заготовки: $V_{одч} = 0,785 \cdot \pi d^2$; для сопрягающейся с ней периферийной, фланцевой, части: $V_{опз} = 0,785 \cdot \pi d^2 \cdot (k_0^2 - 1)$; k_0 – степень вытяжки, определяемая отношением диаметра заготовки к диаметру детали (отверстия матрицы);

Используя этот подход, могут быть расширены технологические возможности высокоскоростной штамповки–свертки, увеличены габариты изделий, устранена опасность неравномерного втягивания фланца (его утяжка), уменьшены габаритные размеры матриц, а также возможность их замены матричными кольцами (по схеме «штамповка на провал»). Схема такого процесса приведена на рис. 2, а на рис. 3 показаны детали типа эллиптических днищ.

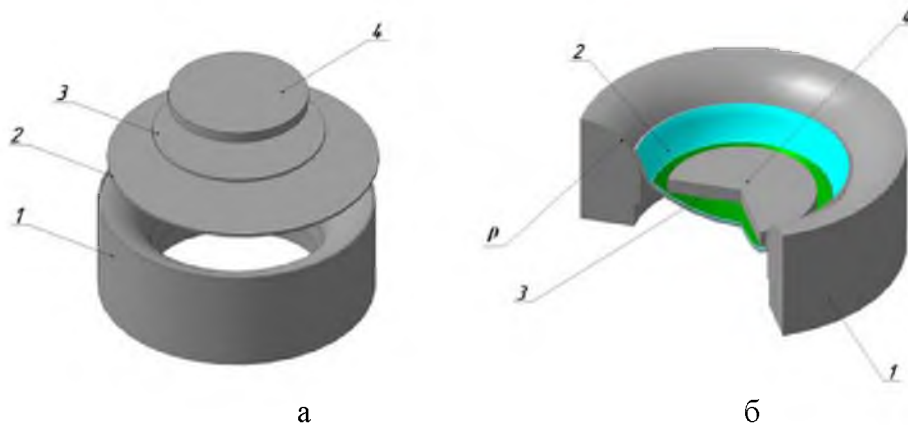


Рис. 2 – Схема штамповки - свертки с использованием экранов:
 а – размещение основных элементов оснастки; б – после штамповки;
 1 – матричное кольцо; 2 – заготовка (полуфабрикат, рис. 1,б);
 3 – эластичная прокладка; 4 – экран



Рис. 3 – Примеры деталей:
 материал 12X18H10T Л6

Преимуществом использования экранов является возможность многократного их использования без разрушения и 3–10-кратное увеличение длительности внешней нагрузки и, соответственно, уменьшение дистанции взрыва. При импульсной (взрывной) штамповке η не превышает 5–10% в разовых бассейнах, как правило, эффективно используемых при штамповке крупногабаритных изделий. Таким образом, изготовление изделий позволяет бес-

прижимной штамповкой изготавливать крупногабаритные детали диаметром более 0,5 м. При этом увеличение скорости штамповки не приводит к имеющим место дефектам, браку и потере пластической устойчивости.

Список литературы: 1. 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 Междунар. научно-техн. конф., 19–20 апреля 2007, г. Харьков. – Харьков: ХНПК “ФЭД”, 2007. – С. 271–276. 2. Драгобецкий В. В. Взрывотермическое упрочнение в процессах импульсной обработки / В. В. Драгобецкий // В сб. 2-го Междунар. симпозиума «Оборудование и технология термической обработки металлов и сплавов в машиностроении» (ч.1, 2001). – Харьков: ИПЦ «Контракт», 2001. – 228 с. 3. Тараненко М.Е. Интенсификация процесса ЭГ-штамповки листовых коробчатых деталей / М.Е. Тараненко. – М.: Кузнечно-штамповочное производство, 2001. – №9. –

С. 19–23. 4. *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. 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. *Лимберг Э. А.* Экранирование оболочек от действия импульсивной нагрузки / *Э. А. Лимберг* // Самолетостроение и техника воздушного флота, вып. 10. Изд. Харьков. гос. ун-та, 1967. – С. 100–103. 7. *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.

УДК 621.92.06

К ВЫБОРУ ПРОГРЕССИВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СЛОЖНО ПРОФИЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ЛИСТОВОГО МАТЕРИАЛА

Холодная А.В., студентка, Савченко Н. Ф., канд. техн. наук, доц.
(Харьковский национальный экономический университет им. С. Кузнеця, Харьков, Украина)

Рассматриваются основные особенности выбора оборудования для лазерной резки деталей сложной формы на примере станка серии LTC75.

Розглядаються основні особливості вибору обладнання для лазерного різання деталей складної форми на прикладі верстата серії LTC75

The main features of the choice of equipment for laser cutting of parts of complex shape are considered on the example of the machine tool series LTC75

При изготовлении машин и оборудования от 30 до 45 % материала заготовок и деталей идет в отходы (стружка, прибыли, облой, литниковые системы и др.). Для раскроя и резки металлов зачастую употребляется следующее оборудование: лазерное, плазменное и гидроабразивное, а также координатно-пробивные прессы, угловырубные прессы, комбинированные пресс-ножницы, линии продольно-поперечной резки, гильотинные ножницы. Поэтому с позиций ресурсо- и энергосбережения важен комплексный подход к выбору оборудования для резки. Можно считать приоритетными такие его характеристики как качество реза (точность и шероховатость поверхности, технологическое последствие в виде остаточных напряжений и зон термического влияния), производительность процесса, эксплуатационные расходы, сложность обслуживания.

Резка в отличие от других операций заготовительного процесса характеризуется зависимостью качества от энергосиловых параметров, влияющих также и на производительность процесса. Наибольшее применение для раскроя тонколистового материалов получила лазерная резка [1-5]. Это высокопроизводительный технологический процесс, обеспечивающий качественное и точное исполнение деталей и заготовок из листового металла. Лазерный раскрой применяется при изготовлении продукции самого различного назначения