

УДК 621.7.044

В.В. ТРЕТЬЯК¹, В.С. ИВАНОВ¹, А.Я. МОВШОВИЧ²¹ *Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Украина*² *Национальный технический университет «ХПИ», Украина*

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ УДАРНОЙ ИМПУЛЬСНОЙ ШТАМПОВКИ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЛИСТОВЫХ ДЕТАЛЕЙ СЛОЖНОЙ КОНФИГУРАЦИИ

Исследуются возможности использования технологии ударной импульсной штамповки для изготовления сложных листовых деталей. Рассматриваются этапы разработки оптимального технологического процесса. Анализируется процесс передачи энергии в пневмоударной машине, разделенный на два этапа: преобразование энергии сжатого воздуха, запасенной в аккумуляторе пневмоударного блока, в кинетическую энергию бойка и преобразование последней в работу деформирования заготовки в технологическом блоке. Рассмотрены схемы операции пневмоударной штамповки жидкостью: вытяжка из плоской и пространственной заготовки, раздача труб и полых заготовок, обжим, формовка, рельефная чеканка, разделительные операции на плоских и пространственных деталях, калибровка, сборочные операции и т.п. Анализируются возможности автоматизации конструкторско-технологической подготовки производства процессов ударной импульсной штамповки.

Ключевые слова: ударная импульсная штамповка, технологическая оснастка, факторы формообразования, технологические схемы, комбинированная среда.

Введение

Ударная штамповка [1] в силу своих особенностей обладает экологичностью, универсальностью, управляемостью, высоким уровнем механизации и реализации различных схем штамповки с возможностью широкого включения дополнительных элементов интенсификации процесса формообразования.

Сущность ударной штамповки жидкостью основывается на ряде последовательных операций преобразования энергии сжатого воздуха в энергию удара бойка о передающую среду, которая в конечном счете расходуется на работу пластического деформирования заготовки.

Процесс передачи энергии можно разделить на два этапа: преобразование энергии сжатого воздуха в кинетическую энергию бойка и преобразование последней в энергию деформирования основания и работу деформирования заготовки.

1. Технологическая система ударной импульсной штамповки

Технологическую систему пневмоударной штамповки деталей из листа можно представить в виде последовательности, показанной на рис. 1.

Для разработки рациональной технологической системы и проведения оптимизации необходимо выполнить следующие задачи:

1. На основе структурного анализа конструкций с учетом критериальных оценок и ограничений (конструкционных и технологических) изделий необходимо разработать классификацию технологических процессов.

2. На основе аналитических решений следует провести экспертную оценку определения рациональной технологической системы.

3. Применяя аналитические и статистические методы, необходимо выбрать наиболее существенные факторы взаимного влияния технологической системы.

4. Далее следует разработать методику проектирования объектов технологической системы: заготовка, оснастка, оборудование и непосредственно технологический процесс.

5. На следующем этапе необходимо проверить достоверность разработанных моделей объектов системы (экспериментально на опытных образцах).

6. По результатам выполнения предыдущих пунктов можно разрабатывать технологический процесс производства конкретных деталей.

В общем случае определяющими для технологического процесса пневмоударной штамповки являются внешние факторы импульсного воздействия и внутреннего процесса формообразования.

Блок-схема факторов влияния изображена на рис. 2. Процесс передачи энергии в пневмоударной машине можно разделить на два этапа:

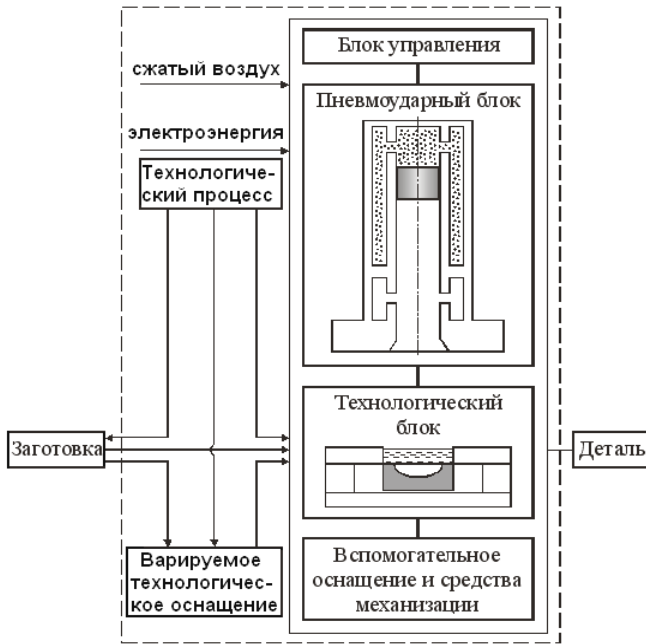


Рис. 1. Технологическая система ударной штамповки



Рис. 2. Основные факторы, определяющие эффективность процесса формообразования ударной штамповки

– преобразование энергии сжатого воздуха, запасенной в аккумуляторе пневмоударного блока (ПУБ), в кинетическую энергию бойка;

– преобразование последней в работу деформирования заготовки в технологическом блоке (ТБ).

Естественно, что среди целого ряда технологических задач возникает вопрос об определяющих факторах технологического процесса и использовании всего многообразия этих факторов для решения конкретной технологической задачи.

2. Определяющие факторы технологического процесса

Ударный импульсный источник нагружения характеризуется следующими показателями:

- кинетическая энергия удара бойка о жидкость;
- пиковое давление;
- длительность импульса нагружения;
- форма импульса воздействия;
- поверхность заготовки, подвергающаяся силовому воздействию;
- последовательность и цикличность нагружения элементов заготовки по времени и месту.

Решение определяют с учетом основных факторов, главными из которых являются конструктивно-технологические особенности деталей, состояние поверхности заготовки и оснастки, вид деформирования, предельные характеристики энергопривода (пневмоударного блока), технологического блока и других внешних факторов, позволяющих интенсифицировать технологические процессы.

Техническая система пневмоударной штамповки характеризуется следующими особенностями:

Воздушный тракт ПУБ выполнен удлиненным и имеет следующие габаритные размеры: длина 1,5...2,0 м, диаметр находится в пределах 0,1...0,3 м.

В ПУБ воздушный тракт выполняют таким образом, чтобы энергия воздуха от цеховой пневмосети обеспечивала не только разгон бойка, но и вспомогательную операцию – взвод его в исходное положение вследствие подскока бойка при ударе и избыточного давления в карманах ПУБ.

В ТБ используются невысокие рабочие камеры 0,05...0,1 м со сравнительно большой площадью стола, который прижимается в ПУБ специальным клиновым механизмом.

3. Технологические особенности метода

Технологические возможности любого метода обработки металлов давлением определяются собственными свойствами материала, конфигурацией детали и располагаемыми возможностями оборудования, на котором осуществляется процесс деформирования.

Ограничения этих возможностей в каждом конкретном случае определяются организационно-экономическими условиями.

Технологические возможности ударной штамповки, безотносительно к виду передающей среды, определяются показателями штампуемости материалов.

В условиях ударного динамического нагружения, определяющего весь технологический процесс, эти показатели отличаются по виду деформирования (т.е. степенью вытяжки и раздачи, относительной глубиной формовки, максимальной степени деформации, энергией формообразования).

Основные схемы листоштамповочных операций показаны на рис. 3

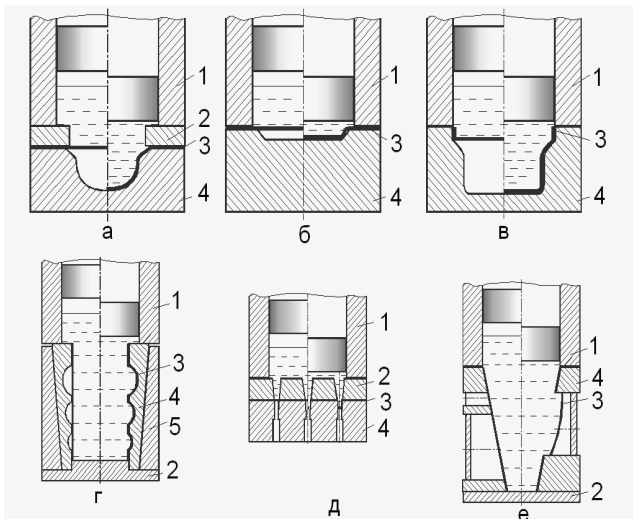


Рис. 3. Основные технологические схемы пневмоударной штамповки жидкостью:
а, в – вытяжка из плоской и пространственной заготовок; б – формовка; г – раздача;
д, е – разделительные операции в плоской и пространственной заготовках:
1 – рабочая камера; 2 – прижим; 3 – заготовка;
4 – матрица, 5 – обойма

Также необходимо отличать технические характеристики машин для осуществления необходимого формообразования (уровни и характер развиваемого давления, размеры выходного сечения рабочей камеры, величина пространства под технологическую оснастку, максимальная энергия удара и длительность цикла).

Методом ударной штамповки эластичной средой (рис. 4) неглубокую целесообразно выполнять

следующие операции: вытяжку, рельефную формовку, чеканку, разделительные, сборочные и совмещенные операции.

Комбинированные среды при пневмоударной штамповке (рис. 5) целесообразно применять для интенсификации процессов формообразования.

Однако метод пневмоударной штамповки не может полностью заменить традиционные методы штамповки, а в крупносерийном и массовом производстве он явно проигрывает им в производительности и себестоимости изготовления изделий.

Метод пневмоударной штамповки имеет свою определенную область применения: единичное, опытное, мелкосерийное, а в некоторых случаях среднесерийное производство.

Общего показателя штампуемости материалов для всех технологических операций листовой штамповки для практического принятия решений не существует.

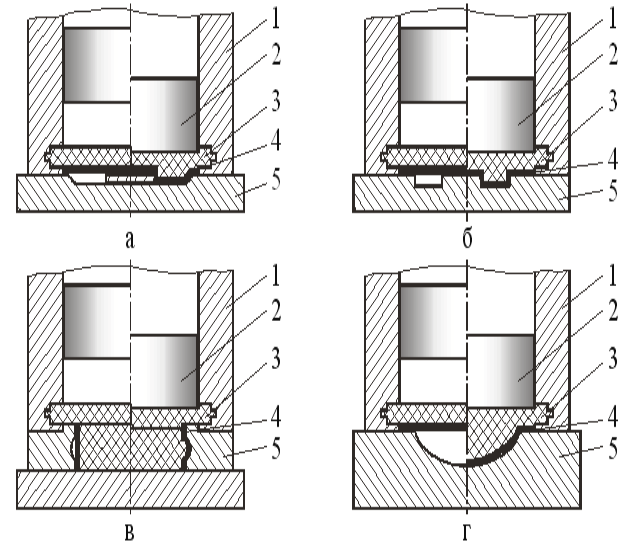


Рис. 4. Основные технологические схемы штамповки эластичной средой (полиуретаном):
а – пробивка; б – рельефная формовка;
в – раздача; г – вытяжка:
1 – ствол; 2 – боек; 3 – полиуретан;
4 – заготовка; 5 – матрица

Поэтому на практике для многих операций деформирования при использовании различных методов штамповки применяют свои конкретные показатели.

Это усложняет выработку единого подхода к разработке всего многообразия технологических операций, выполняемых исследуемым методом.

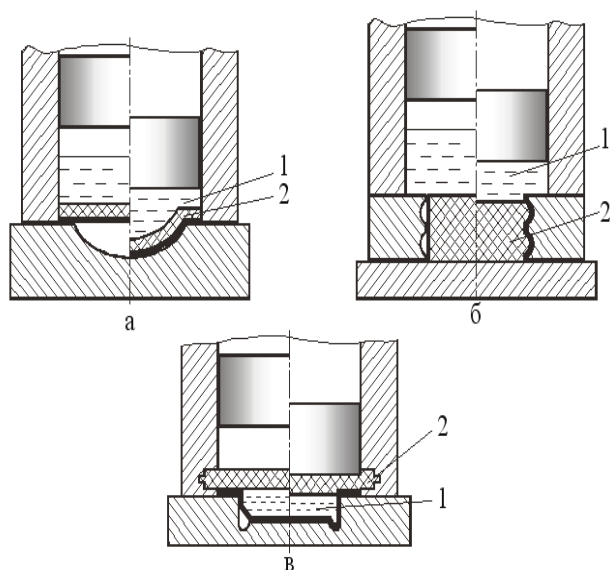


Рис. 5. Основные технологические схемы штамповки комбинированной средой:

а – вытяжка (формовка); б – раздача;
в – калибровка: 1 – жидкость; 2 – полиуретан

Основным достоинством метода является возможность штамповки изделий, которые трудно изготовить без ручных доводочных работ или невозможно получить с помощью прессового оборудования.

Это изделия сложного профиля, изготавливаемые глубокой вытяжкой, формовкой, раздачей, высокоточные детали, детали из труднодеформируемых материалов, а также детали из полированных материалов без нарушения их поверхностной обработки.

Накопленный опыт эксплуатации оборудования для пневмоударной штамповки показывает, что машины, штампующие жидкой средой, целесообразнее применять для формоизменяющих операций, а машины, штампующие эластичной средой, – для неглубокой вытяжки, рельефной формовки и разделительных операций.

Одной из самых распространенных операций можно считать операцию вытяжки.

Она является одной из самых сложных при всех методах импульсной штамповки.

Процесс импульсной вытяжки сопровождается значительными перемещениями элементов заготовки, осуществляемыми с высокими скоростями.

Из-за значительного перемещения заготовки заметно изменяется объем полости рабочей камеры.

В некоторых случаях высвобожденный вследствие формообразования заготовки объем может быть даже сравним с объемом рабочей камеры технологического блока.

Эти обстоятельства приводят к сложности как математического описания процесса, так и технологических исследований по сравнению с другими

процессами импульсной штамповки.

4. Возможности автоматизации конструкторско-технологической подготовки производства

Для эффективного использования этих процессов в производстве процесс проектирования необходимо производить с использованием опыта проектирования технологических процессов на производстве и имеющейся научной базы.

Эффективное проектирование таких технологических процессов связано с использованием максимальных возможностей данных методов, а их оптимизация связана с анализом и синтезом многофакторной информации, которая должна быть систематизирована и обработана соответствующим математическим аппаратом, освоенным современной наукой и удобным для производства [2].

Для обработки этой информации необходимо формализовать информацию об отработанных технологических процессах и внести их в информационную компьютерную базу.

Математическую модель детали можно описать в понятиях конструкторско-технологических элементов, которые обладают иерархической структурой, состоящей из нескольких уровней элементов.

Для решения задачи проектирования технологических процессов можно использовать математический аппарат распознавания образов, алгоритмы использования которого хорошо апробированы для процессов штамповки взрывом [3].

Явное преимущество данного технологического процесса (возможность экономически целесообразного получения сложных рельефных листовых деталей малыми сериями, в том числе из новых труднодеформируемых материалов, изделий повышенной точности и качества поверхности деталей, при сокращении количества переходов, сварочных швов и термообработок) предопределяет распространение процесса пневмоударной листовой штамповки жидкостью на детали геометрических форм, используемые в авиации и космонавтике.

Литература

1. Мовшович А.Я. Особенности конструирования и изготовления оснастки для ударной импульсной штамповки / А.Я. Мовшович, Ю.М. Свиридов, Л.Г. Кузнецова, А.М. Бых // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением: КШП ОМД. – 2003. – №6. – С. 3-9.

2. Третьяк В.В. Объектный подход к проектированию ресурсосберегающих импульсных техноло-

гий / В.В. Третьяк // *Авиационно-космическая техника и технология*. – 2006. – №3 (29). – С. 26-31.
3. Третьяк В.В. *Синтез и оптимизация импульс-*

ных процессов с использованием объектного подхода / В.В. Третьяк // *Авиационно-космическая техника и технология*. – 2007. – №9 (45). – С. 158-162.

Поступила в редакцию 1.03.2009

Рецензент: д-р техн. наук, проф. кафедры теоретической и технической механики В.Н. Доценко, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков.

МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТОВУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ УДАРНОГО ІМПУЛЬСНОГО ШТАМПУВАННЯ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ЛИСТОВИХ ДЕТАЛЕЙ СКЛАДНОЇ КОНФІГУРАЦІЇ

В.В. Третьяк, В.С. Иванов, О.Я. Мовшович

Досліджуються можливості використання технології ударного імпульсного штампування для виготовлення складних листових деталей. Розглядаються етапи розробки оптимального технологічного процесу. Аналізується процес передачі енергії в пневмоударній машині, розділений на два етапи: перетворення енергії стислого повітря, накопиченої в акумуляторі пневмоударного блоку, в кінетичну енергію бойку і перетворення останньої в роботу деформації заготовки в технологічному блоці. Розглянуті схеми операції пневмоударного штампування рідиною: витяжка з плоскої і просторової заготовки, роздача труб і порожнистих заготовок, обтиск, формування, рельєфна чеканка, розділові операції на плоских і просторових деталях, калібрування, складальні операції і т.п. Аналізуються можливості автоматизації конструкторсько-технологічної підготовки виробництва процесів ударного імпульсного штампування.

Ключові слова: ударне імпульсне штампування, технологічне оснащення, чинники формування, технологічні схеми, комбіноване середовище.

POSSIBILITIES OF THE USE OF TECHNOLOGY OF SHOCK IMPULSIVE STAMPING FOR MAKING OF SHEET DETAILS OF COMPLICATED CONFIGURATION

V.V. Tretyak, V.S. Ivanov, A.Y. Movshovich

Possibilities are explored of the use of technology of the shock impulsive stamping for making of difficult sheet details. Stages are considered of development of optimum technological process. A process is analysed of transmission of energy in the pneumatic machine, parted on two stages: transformation of energy of the compressed air, which was stocked in the accumulator of pneumatic shock block, in the kinetic energy firing-pin and transformation to the last in work of deformation of purveyance in the technological block. Charts are considered of operation of the pneumatic shock stamping by liquid: extraction from the flat and spatial purveyance, distribution of pipes and hollow purveyances, wringing, moulding, relief coinage, dividing operations on the flat and spatial details, calibration, assembling operations and etc. Possibilities are analysed of automation of designer-technological preparation of production of processes of the shock impulsive stamping.

Key words: shock impulsive stamping, technological rigging, factors of formation of form, technological charts, combined environment.

Третьяк Владимир Васильевич – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры производства авиационных двигателей Национального аэрокосмического университета им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина, e-mail: lmint_khai@rambler.ru.

Иванов Вадим Сергеевич – специалист кафедры производства авиационных двигателей Национального аэрокосмического университета им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина.

Мовшович Александр Яковлевич – д-р техн. наук, проф., главный научный сотрудник кафедры «Интегрированные технологии» Национального технического университета «ХПИ», Харьков, Украина.