

УДК 66.08 : 533.2 : 621.7.043

**В.В. Сухов, Н.Ф. Савченко**

*Харьковский национальный экономический  
университет (Украина)*

## **ОПЫТ СОЗДАНИЯ И ЭФФЕКТИВНОГО ПРИМЕНЕНИЯ МАЛОГАБАРИТНЫХ ГАЗОДЕТОНАЦИОННЫХ УСТРОЙСТВ**

*Освещены исторические аспекты и опыт создания газозрывных процессов и предложены дальнейшие направления совершенствования конструкций устройств с использованием энергии горючих газовых смесей.*

Впервые в отечественной и зарубежной практике использовать энергию взрыва горючих газовых смесей для формообразования листовых деталей предложено в Национальном аэрокосмическом университете им. Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт» Р.В. Пихтовниковым [1].

Последующее интенсивное развитие импульсных методов формообразования во второй половине XX века было определено повышением требований к качеству и точности изготовления деталей, относительно быстрой их сменяемостью, а также отсутствием необходимого прессового оборудования для формообразования изделий из новых высокопрочных металлов и сплавов [2]. Получен-

ные в этот период научные и практические результаты существенно расширили область знаний в области импульсных источников энергии. Дальнейшие разработки в этом направлении были продолжены Б.А. Черепенниковым [2] и другими исследователями [3–9]. По результатам исследований Б.А. Черепенникова на ГП «Киевский авиационный завод "АВИАНТ"» были разработаны и внедрены механизированные детонационные газовые прессы ДГП-100, ДГП-400, ДГП-600, ДГП-1200 для штамповки деталей из заготовок толщиной от 1,0 до 5 мм и габаритом до 1,4 мм [3].

Конструктивные особенности разработанных газодетонационных устройств и их габариты определены как параметрами изготавливаемых изделий (их размерами в плане, толщиной заготовки), так и физико-химическими процессами создания стабильных условий для возникновения детонаций газовой смеси. Поэтому при проектировании таких устройств следует учитывать, что для обеспечения условий непрерывного распространения детонационной волны камера взрыва должна выполняться конической, как правило, с углом конуса в пределах  $30...45^\circ$ . В этом случае габариты взрывных устройств определяются размерами штампуемой детали, а не необходимой работой деформирования. Поэтому в существующих камерах взрыва коэффициент использования энергии составляет не более  $1,0...2,0\%$  [4].

Одним из путей повышения эффективности преобразования энергии рабочего тела в полезную работу в газозрывных прессах и уменьшения их габаритов является инициирование детонационного режима горения газовой смеси в отдельном объеме с последующим многоточечным инициированием данного режима горения газовой смеси в рабочем объеме камеры взрыва.

Конструктивно газозрывной пресс с многоточечным инициированием детонации состоит из трубы детонации, распределительных трубок, переходных конусов и рабочего объема камеры взрыва [5–8]. Геометрические параметры трубы детонации выбираются из условий, обеспечивающих стабильное образование режима детонации при существенном снижении габаритов газодетонационного устройства.

Для метанокислородной смеси на основании опыта эксплуатации серийных прессов диаметр и длину трубы детонации реко-

мендуется брать равными соответственно 32...35 мм и 0,7...0,8 м. Внутренний диаметр распределительных трубок должен быть выбран в пределах 10...15 мм. При распространении детонационной волны по трубкам такого диаметра энергетические потери волны практически отсутствуют. Угол конуса и выходной диаметр переходного конуса необходимо брать равными соответственно 18...20° и 32...35 мм.

Количество переходных конусов и передающих детонацию каналов зависит от расположения конусов по плоскости камеры взрыва (по углам треугольника, квадрата и т.д.) и расстояния между ними. При расположении конусов по углам квадрата рекомендуется длину стороны квадрата брать равной 100...150 мм. Расстояние от крайних конусов до боковой стенки камеры взрыва необходимо выбирать соответственно 50...75 мм.

При большом количестве распределительных трубок ухудшается условие монтажа установки и ее эксплуатации, снижается безопасность работы.

Для устранения указанных недостатков разработан плоский распределитель [7], в теле которого выфрезеровываются распределительные и промежуточные каналы. Такой тип конструкции распределителя реализована в камере взрыва, изображенной на рисунке.

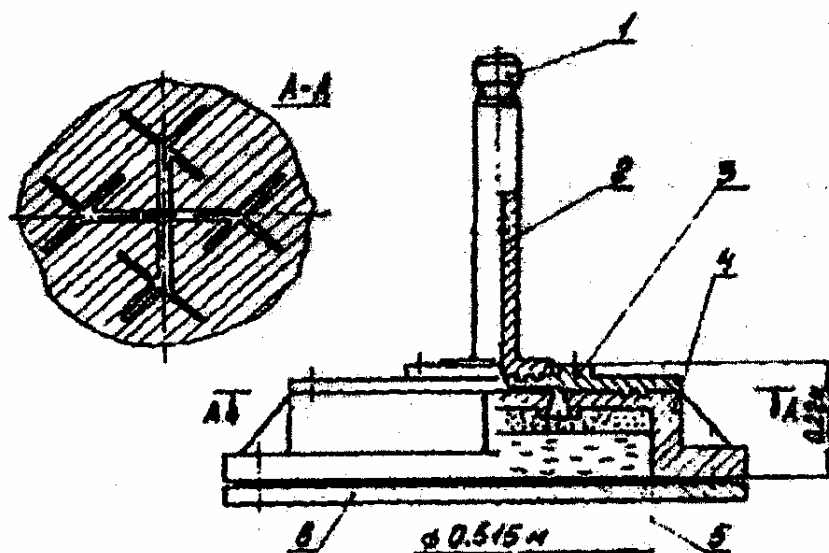


Рис. Камера взрыва нового типа: 1 – форкамера;  
2 – труба детонации; 3 – распределитель; 4 – корпус;  
5 – резиновая диафрагма; 6 – прижим

Сравнение конической камеры взрыва и камеры взрыва нового типа показывает, что при одинаковом диаметре выходного отверстия камеры 0,515 м высота новой камеры в 2 раза меньше конической. Кроме того, путем перекрытия распространения детонационной волны по отдельным или группе переходных конусов можно изменять по форме величину силового воздействия по плоскости заготовки в пределах 20... 30% от максимальной нагрузки.

Результаты исследований были реализованы в конструкции газовзрывных прессов ДГП-400 и ДГП-1200 М.

Последующие конструктивные усовершенствования газодетонационных устройств, как прессового типа, так модульного легкотранспортируемых, были направлены на повышение их универсальности и области применения. Было предложено использование в конструкции газодетонационных устройств специальных газогенераторных систем для получения горючих газов или их смесей (А. с. 1804934 СССР). Разработанные устройства содержат импульсную камеру (для создания рабочих давлений) с детонационной трубой, блок поджига энергоносителя, газогенератор, корпус которого смонтирован на камере и имеет частично заполняемую газообразующими реагентами рабочую полость, сообщаемую каналом с полостью импульсной камеры [9].

Газогенератор снабжен каналами для подачи горючих газов или смесей в полость газодетонационного устройства, а также для подачи реагента (реагентов) и удаления продуктов реакции. В качестве реагентов могут служить вещества, образующие горючий газ или газы, образующие в смеси с воздухом устройства взрывчатую смесь-энергоноситель. Такими веществами могут быть кислоты и металлы, гидриды металлов (выделение водорода), карбид кальция и вода (выделение ацетилена) и др.

Для технологических процессов листовой штамповки (тонколистовые заготовки) экспериментально установлено, что в большинстве случаев при использовании в качестве энергоносителя газа-ацетилена задаваемое по конструктивным соображениям соотношение давлений в газогенераторе и импульсной камере не превышает 2...10, что позволяет подбирать газогенератор минимального объема, удовлетворяющий требованиям к изготовлению дета-

лей из различных материалов и типоразмеров с обеспечением требуемых давлений при штамповке (до 100 МПа).

Проведенные экспериментальные исследования подтверждают эффективность разработанных решений для повышения энергоемкости газодетонационных устройств, возможности расширения технологических возможностей (штамповка без и с нагревом заготовки, утилизация отходов), снижения их габаритов, возможности использования многокомпонентных газовых смесей.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. А. с. 157957 СССР, МПК<sup>6</sup> В 21 D 26/08. Способ штамповки деталей / Пихтовников Р.В. (СССР). №369371/25; заявл. 22.06.49; опубл. 18.10.63, Бюл. №20.

2. Черепенников, Б.А. Исследование процесса листовой штамповки энергией детонационного взрыва газовой смеси: дис. ... канд. техн. наук / Черепенников Б.А. Харьков, 1962. 254 с.

3. Трахтенберг, Ю.Б. Импульсная штамповка деталей / Ю.Б. Трахтенберг, В.И. Климентьев, В.Н. Голованов // Кузнечно-штамповочное производство. 1974. №1. С. 4–6.

4. Каримов, Э.Х. Исследование газоимпульсного процесса при горении метанокислородной смеси: дис. ... канд. техн. наук / Каримов Э.Х. Саратов, 1973. 180 с.

5. А. с. 400144 СССР, МПК<sup>5</sup> В 23 Р 1/00. Устройство для штамповки / Черепенников Б.А., Сухов В.В. (СССР).

6. А. с. 403245 СССР, МПК<sup>5</sup> В 23 Р 1/00. Многокамерное устройство для газозрывной штамповки / Степанченко В.А., Трахтенберг Ю.В., Сухов В.В. [и др.] (СССР).

7. А. с. 510895 СССР, МПК<sup>5</sup> В 23 Р 1/00. Устройство для газозрывной штамповки / Сухов В.В., Титов В.А., Трахтенберг Ю.В. (СССР). Заявл. 01.07.74.

8. Сухов, В.В. Опыт создания газозрывных систем с многоточечным инициированием детонации метанокислородной смеси / В.В. Сухов // Авиационно-космическая техника и технология. 2007. №11 (47). С. 182–185.

9. Пат. 72357 України, МПК<sup>5</sup> В 23 Р 1/00. Пристрій для детонаційної газової штамповки / Савченко М.Ф. Заявл. 15.02.05.

