



**МУСАЕВ**

**Абубакар Абдрахманович**  
аспирант кафедры  
«Технология  
и оборудование пищевых  
производств»  
(Северо-Кавказская  
государственная  
гуманитарно-  
технологическая академия)

## Испытание и доводка двухкамерного устройства для газовой листовой штамповки

**А.А. Мусаев**

*Разработана и создана действующая модель двухкамерного устройства для газовой листовой штамповки. Проведены испытания и доводка действующей модели.*

**Ключевые слова:** газовая штамповка, листовая штамповка, топливная смесь, давление газа, горение.

*A working model of a double chambered apparatus for gas sheet stamping has been developed and manufactured. Tests and tuning have been conducted.*

**Keywords:** combustion gas metal, sheet forming, fuel mixture, combustion gases pressure, burning.

**В** устройствах для листовой штамповки, использующих энергию горючих газовых смесей, штамповка осуществляется под действием давления газа [1–3]. Эти устройства особенно эффективны в мелкосерийном производстве, благодаря их простоте и дешевизне.

Данные устройства имеют существенный недостаток, обусловленный относительно низким уровнем давления, осуществляющего процесс штамповки. Максимальное давление продуктов сгорания в них составляет 20...25 МПа. Это давление обеспечивает штамповку деталей из листовой заготовки относительно небольшой толщины, в частности из стальной заготовки толщиной до 1,5 мм. Затруднена также штамповка деталей сложной конфигурации с малыми радиусами кривизны, что в целом снижает технологические возможности этого метода штамповки.

Цель данной работы — расширение технологических возможностей газовой штамповки. Для ее достижения были поставлены следующие задачи: создание двухкамерного устройства для газовой листовой штамповки; испытание и доводка устройства.

Поставленная цель достигается существенным повышением давления продуктов сгорания, действующих на поверхность штампуемой заготовки. Для этого предварительно производилось сжатие топливной смеси непосредственно в рабочей полости двухкамерного устройства для штамповки, схема которой показана на рис. 1. Устройство состоит из корпуса 1, в котором выполнена цилиндрическая полость, разделенная поршнем 2 на нижнюю 3 и верхнюю 4 камеры сгорания. К корпусу 1 с помощью фланца 5, болтов 6 и гаек 7 присоединена матрица 8. В верхней части корпуса 1 выполнена кольцевая полость 9, в которой установлен кольцевой поршень 10. В верхней части корпуса 1 выполнены сквозные каналы 11, сообщающие камеру сгорания 4

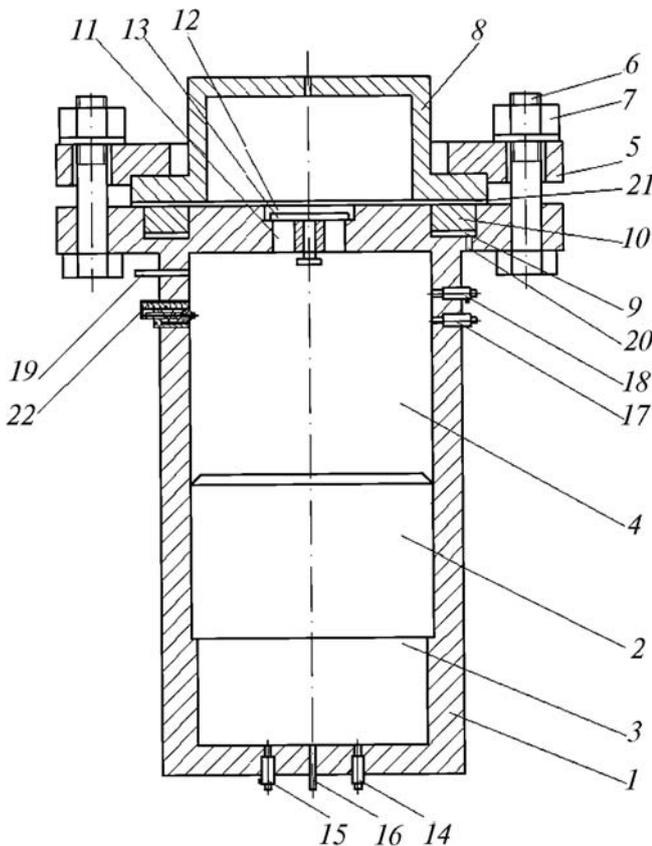


Рис. 1. Схема двухкамерного устройства для газовой листовой штамповки:

- 1 — корпус; 2 — поршень; 3 — нижняя камера сгорания; 4 — верхняя камера сгорания;
- 5 — фланец; 6 — болт; 7 — гайка; 8 — матрица;
- 9 — кольцевая полость; 10 — кольцевой поршень;
- 11 — сквозные каналы; 12 — полость;
- 13 — тарельчатый клапан; 14, 17 — впускные клапаны; 15, 18 — выпускные клапаны;
- 16, 19 — свечи зажигания; 20 — канал;
- 21 — штампуемая заготовка; 22 — управляющий клапан

с полостью 12. Эти каналы перекрываются тарельчатым клапаном 13. Нижняя камера сгорания снабжена впускным клапаном 14, выпускным клапаном 15 и свечей зажигания 16. Верхняя камера сгорания также имеет аналогичные устройства 17–19. Штампуемая заготовка 21 зажимается между торцом матрицы 8 и кольцевым поршнем 10, для чего в полость 9 подается через канал 20 сжатый воздух.

Работа устройства осуществляется следующим образом. Камеры сгорания 3 и 4 через впускные клапаны 14 и 17 наполняются топливной смесью. Топливная смесь через каналы 11 поступает также в полость 12, деформируя при этом заготовку 21. Давление смеси в обеих ка-

мерах сгорания одинаковое, поэтому поршень 2 остается неподвижным. Топливная смесь в камере сгорания 3 с помощью свечи 16 поджигается. При сгорании этой смеси давление в камере сгорания 3 увеличивается.

Под действием давления продуктов сгорания поршень 2 перемещается вверх, сжимая топливную смесь в камере сгорания 4. При этом топливная смесь из камеры сгорания 4 через отверстия 11 перетекает в полость 12, перемещая клапан 13 вверх. Под действием давления топливной смеси заготовка 21 начинает деформироваться, вследствие чего объем полости 12 увеличивается. Таким образом по мере перемещения поршня 2 вверх часть топливной смеси вытесняется в полость 12. При этом вследствие непрерывного нарастания давления топливной смеси заготовка значительно деформируется. Незадолго до достижения поршнем 2 своего крайнего верхнего положения топливная смесь в камере сгорания 4 поджигается свечей 19. При сгорании топливной смеси давление в камере сгорания 4 резко повышается, что вызывает интенсивное торможение поршня 2. В процессе горения топливная смесь продолжает перетекать из камеры сгорания 4 в полость 12, благодаря этому деформация заготовки 21 увеличивается. При достижении фронта горения отверстий 11 пламя через эти отверстия проникает в полость 12. Горение топливной смеси вызывает интенсивное повышение давления в полости 12. При этом клапан 13 закрывается, предотвращая перетекание продуктов сгорания из полости 12 в камеру сгорания 4. Под действием давления продуктов сгорания осуществляется заполнение заготовкой 21 всей полости матрицы 8. Процесс штамповки завершается.

После окончания процесса штамповки открываются клапаны 15, 18 и продукты сгорания из камер сгорания 3 и 4 через эти клапаны выпускаются. Прекращается прижим поршнем 10 фланца заготовки 21. Поршень 2 под действием собственного веса опускается в исходное положение. Далее, отвинтив гайки 7, матрицу 8 отсоединяют от корпуса 1 и из нее извлекают отштампованную деталь.



Рис. 2. Фотография действующей модели двухкамерного устройства для газовой листовой

По ранее разработанным рабочим чертежам действующая модель двухкамерного устройства для газовой листовой штамповки была изготовлена и смонтирована. Фото модели представлено на рис. 2.

### Основные технические характеристики двухкамерного устройства для газовой листовой штамповки

Габаритные размеры, мм . . . . .	450×450×1070
Максимальный диаметр штампуемых деталей, м . . . . .	350
Толщина штампуемой детали, мм . . . . .	0,5—3
Установленная электрическая мощность, кВт . . . . .	2
Энергоноситель . . . . .	Смесь горючего газа с воздухом
Давление энергоносителя, МПа. . . . .	0,2—0,7

Действующая модель двухкамерного устройства для газовой листовой штамповки относится к типу кузнечно-штамповочного оборудования, для которого предусмотрены весьма жест-

кие меры техники безопасности, как по эксплуатации, так и по испытаниям. В частности испытания такого оборудования проводятся, как правило, в специальных боксах, обеспечивающих безопасность обслуживающего персонала.

Вначале было проведено испытание работоспособности устройства для штамповки и его систем. При этом рабочий цикл устройства проводили без наполнения камеры сгорания горючим газом, имитируя этот процесс наполнением воздухом. Для этого вместо баллона с горючим газом использовали второй баллон со сжатым воздухом. Это позволило в полном объеме проверить функционирование, как системы топливоподачи, так и в целом устройства для газовой листовой штамповки.

После этого испытание устройства проводили, осуществляя процесс штамповки (рис. 3). Листовую заготовку 8 из стали Ст. 3 толщиной 0,8 мм зажимали между кольцевым поршнем 7 и фланцем матрицы 9. Прижим заготовки осуществляли под действием давления газа, который подавался через штуцер 31. Для повышения податливости заготовки и облегчения течения металла с фланцевой части матрицы 9 усилие прижима кольцевым поршнем было относительно небольшое, порядка 30...40 Нм. Для уплотнения стыка между штампуемой заготовкой и торцом кольцевого поршня 7 предусмотрено резиновое кольцо 32, установленное на торце кольцевого поршня 7.

Система топливоподачи действующей модели (см. рис. 3) включает в себя: воздушный компрессор 24, соединенный с ресивером 25, баллон воздушный 30, электропневматические клапаны 15, 18, 23, 26, 29, обратные клапаны 20, 27, 28, электроконтактные манометры 14, 19, впускной клапан 6, декомпрессионные клапана 5, 21. Для проведения испытаний газовый баллон 30 был заменен воздушным баллоном. Баллоны были наполнены сжатым воздухом давлением 0,8 МПа.

При открытии электропневматического клапана 23 сжатый воздух подается в декомпрессионные клапаны 5, 21 и они закрываются, герметизируя камеры 4 и 2. Затем открываются электропневматические клапаны 15 и 29. При этом сжатый воздух (имитирующий горю-

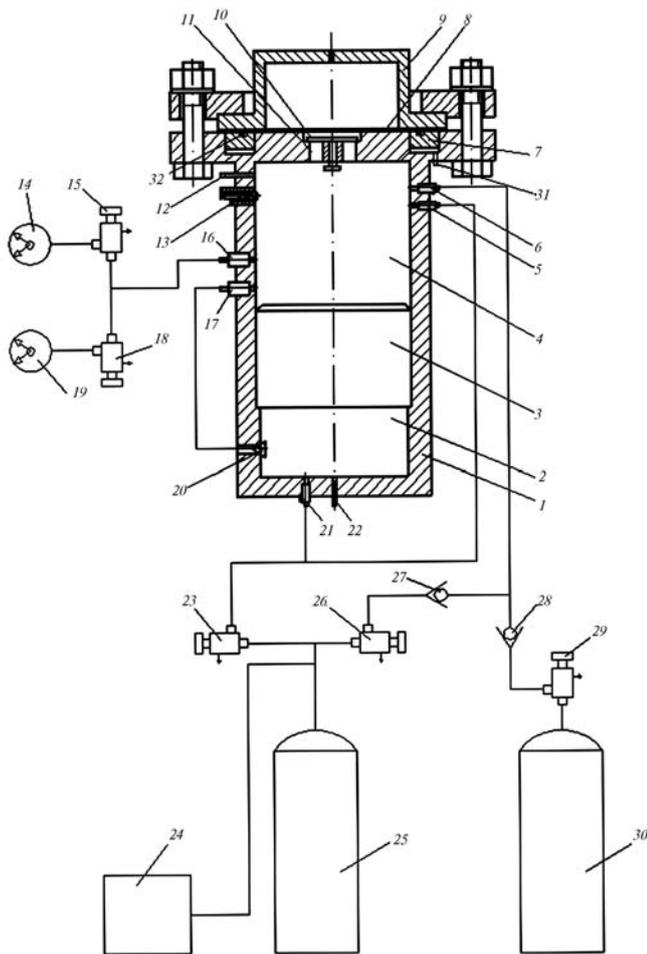


Рис. 3. Схема установки для испытания двухкамерного устройства для газовой листовой штамповки:

- 1 — корпус; 2, 4 — камеры; 3 — поршень;
- 5, 21 — декомпрессионные клапаны; 6 — впускной клапан; 7 — кольцевой поршень; 8 — штампуемая заготовка; 9 — матрица; 10 — клапан перепускной;
- 11 — канал; 12, 22 — свечи зажигания;
- 13 — управляющий клапан;
- 14, 19 — электроконтактные манометры;
- 15, 18, 23, 26, 29 — электропневматические клапаны; 16, 17 — предохранительные клапаны;
- 20, 27, 28 — обратные клапаны; 24 — компрессор;
- 25 — ресивер; 30 — баллон воздушный;
- 31 — штуцер; 32 — резиновое кольцо

чий газ) из баллона 30 подается через впускной клапан 6 в верхнюю камеру 4, а из нее воздух через предохранительный клапан 17 и обратный клапан 20 поступает в нижнюю камеру. Давление воздуха из камеры 4 через предохранительный клапан 16, электропневматический клапан 15 передается электроконтактному манометру 14. При достижении давления воздуха в камере 4 определенного значения, стрелки

электроконтактного манометра 14 замыкаются. Это обеспечивает отключение электропневматических клапанов 15, 29 и включение электропневматических клапанов 18 и 26. При этом сжатый воздух из ресивера 25 через впускной клапан 6 подается в камеру 4, а из нее воздух через предохранительный клапан 17 и обратный клапан 20 поступает в нижнюю камеру 2.

При достижении давления в камере 4 определенного значения стрелки электроконтактного манометра 19 замыкаются. Благодаря этому электропневматические клапаны 18 и 26 закрываются, подача воздуха прекращается. Под действием давления воздуха, находящегося в камере сгорания 4, происходило некоторое деформирование заготовки. Этот процесс имитировал процесс штамповки. В ходе процесса наблюдали за стыком между торцом кольцевого поршня и деформируемой заготовкой. Утечек воздуха через этот стык не было. Следовательно, и в процессе деформирования заготовки камера сгорания оставалась герметичной.

Испытание описанным образом повторили по 4—5 раз, устанавливая давление в камерах сгорания 3 и 4 равным 0,3, 0,5 и 0,7 МПа. Проведенные испытания показали, что система топливоподдачи работоспособна и устройство в целом вполне приемлемо для исследования процесса штамповки.

В ряде случаев нагружения заготовки наблюдалось образование гофров на фланцевой части заготовки. Это свидетельствовало о том, что кольцевой поршень не обеспечивал надежный прижим заготовки. По-видимому это было связано с тем, что высота кольца было меньше необходимой величины. Для устранения данного явления сделали дополнительную шайбу, диаметр которой превышал диаметр кольцевого поршня. Шайба ставилась на поршень, прижим заготовки создавался поршнем через шайбу (рис. 4). Установка дополнительной шайбы обеспечила надежный прижим заготовки. В целом проведенные работы позволили полностью подготовить устройство для штамповки при проведении исследований процесса газовой штамповки.



Рис. 4. Вид на верхнюю плиту с шайбой

## Выводы

Созданное двухкамерное устройство для газовой листовой штамповки позволяет производить штамповку деталей из листовой заготовки диаметром до 350 мм и толщиной до 3 мм. В ка-

честве энергоносителя используется смесь горючего газа с воздухом давлением до 0,7 МПа. Испытание устройства подтвердило его работоспособность. По результатам испытаний выполнена доводка конструкции устройства. В дальнейшем созданное устройство будет использовано для проведения экспериментальных исследований газовой штамповки.

Это устройство позволит в мелкосерийном производстве снизить себестоимость штамповочных деталей в 2–3 раза и организовать производство деталей практически во всех отраслях мелкосерийного производства, связанных с металлообработкой.

## Литература

1. Степанов В.Г., Шавров И.А. Высокоэнергетические импульсные методы обработки металлов. Л.: Машиностроение, 1975. 267 с.
2. Зубцов М.Е. Листовая штамповка. Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1980. 432 с.
3. Боташев А.Ю. Исследование процесса газоимпульсной штамповки // Кузнечно-штамповочное производство. 1999. № 11. С. 20–22.

Статья поступила в редакцию 30.11.2011