

Технология и технологические машины

УДК 621.98.044.7

Выработка исходных данных для разработки опытно-промышленного образца двухкамерного устройства для газовой листовой штамповки

А.А. Мусаев

На основе проведенных исследований и испытаний получены исходные данные для создания устройства для газовой листовой штамповки с автоматизированным механизмом перемещения матрицы.

Ключевые слова: опытно-промышленный образец, двухкамерное устройство, газовая штамповка, листовая штамповка.

Based on the carried out studies and tests there was obtained the raw data to create a device for gas-fired forming with an automated mechanism to move the matrix.

Keywords: production prototype, double-chamber device, gas-fired forming method, sheet forming method.

Положительные результаты испытания экспериментального двухкамерного устройства для штамповки [1] позволяют использовать его для создания опытно-промышленного образца устройства для газовой штамповки.

Поскольку это устройство предназначено для использования преимущественно в опытном и мелкосерийном производствах, то вполне оправдано осуществление операции извлечения отштампованной детали из матрицы путем частичной разборки устройства. Тем не менее,



МУСАЕВ

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

для облегчения выполнения этой операции целесообразно снабдить устройство механизмом для перемещения матрицы. Схема конструкции такого устройства представлена на рис. 1. Силовой каркас устройства образован нижней плитой 1, цилиндром 2, опорной плитой 4, матрицедержателем 5 и верхней плитой 6, стянутых между собой с помощью болтов 3, шайб 7 и гаек 8.

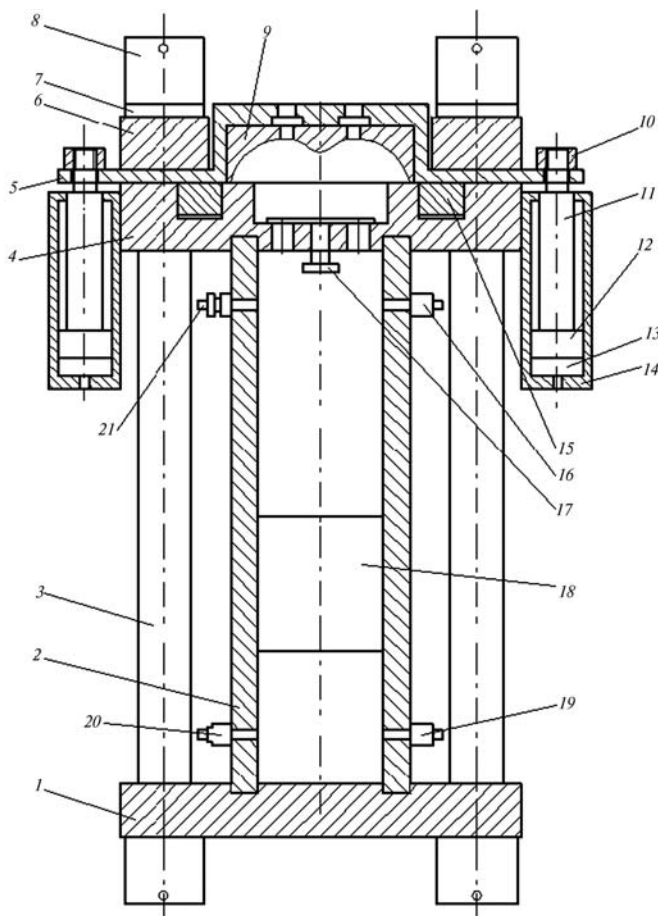


Рис. 1. Схема конструкции опытно-промышленного образца:

1 — нижняя плита; 2 — цилиндр; 3 — болты;
4 — опорная плита; 5 — матрицедержатель;
6 — верхняя плита; 7 — шайба; 8, 10 — гайки;
9 — матрица; 11 — шток;
12 — поршень; 13 — полость; 14 — цилиндр;
15 — кольцевой поршень; 16, 19 — впускные клапана; 17 — обратный клапан 18 — поршень;
20 — выпускной клапан; 21 — свеча зажигания

К опорной плите 4 прикреплены два пневмоцилиндра 14 штоки 11 которых при помощи гаек 10 соединены с матрицедержателем 5.

После осуществления штамповки отвинчивают гайки 8. Затем в полость 13 пневмоцилин-

дров 14 подается сжатый воздух. При этом под действием давления воздуха на поршни 12 матрицедержатель 5 совместно с матрицей 9 и верхней плитой 6 перемещается вверх. Затем с матрицы 9 извлекается отштампованная деталь и на кольцевой поршень 15 устанавливается новая заготовка (часть указанных элементов на рис. 1 не видна).

После этого воздух из пневмоцилиндров 14 стравливается. При этом матрицедержатель 5 с матрицей 9 под действием сил тяжести опускается в исходное положение. Затем производится навинчивание гаек 8 на болты 3, что обеспечивает необходимую жесткость всей конструкции.

По этой конструктивной схеме может быть создана гамма штамповочных устройств из трех типоразмеров, обеспечивающих штамповку деталей диаметром 150...1000 мм. Первый типоразмер устройства рассчитан для штамповки деталей диаметром 150...400 мм, второй — 400...700 мм, третий — 700...1000 мм.

При разработке конструкции этих устройств целесообразно использовать рациональные соотношения геометрических размеров устройства, выработанные, исходя из результатов проведенных исследований и опыта создания экспериментального устройства для штамповки. Эти соотношения определяются следующими зависимостями:

- внутренний диаметр цилиндра

$$d_{\text{ц}} = (0,6...0,8)d_{\text{д}},$$

где $d_{\text{д}}$ — максимальный диаметр штампуемой детали;

- длина поршня

$$l_{\text{п}} = d_{\text{ц}};$$

- длина нижней камеры сгорания

$$l_{\text{к1}} = (1...1,5)d_{\text{ц}};$$

- длина верхней камеры сгорания

$$l_{\text{к2}} = (2...3)d_{\text{ц}};$$

- поперечные размеры нижней, опорной и верхней плит — $a \times a$:

$$a = (1,2...1,3)d_{\text{д}};$$

- высота устройства

$$h = (5,5 \dots 6,5) d_{\text{ц}}$$

Энергоноситель устройства для штамповки представляет собой стехиометрическую смесь сжатого воздуха с горючим газом. В качестве горючего газа целесообразно использовать пропан-бутан. В этом случае устройство для штамповки может быть установлено практически на любом производственном участке. При наличии на месте эксплуатации устройства природного газа, можно использовать его.

Давление энергоносителя зависит от толщины и материала штампуемых деталей. Давление энергоносителя порядка 1,5...2 МПа достаточно для штамповки деталей из стального листа толщиной до 3 мм.

Используя приведенные выше соотношения, определены основные размеры и другие параметры устройства для штамповки деталей диаметром до 400 мм.

Основные технические характеристики устройства для штамповки

Максимальный диаметр штампуемых деталей, мм	400
Толщина штампуемых деталей, мм	0,5...3
Материал штампуемых деталей	Сталь, цветные сплавы
Габаритные размеры устройства, мм	500×500×1600
Диаметр цилиндра, мм	270
Энергоноситель	Смесь горючего газа с воздухом
Давление энергоносителя, МПа	Не более 2
Установленная электрическая мощность, кВт	2
Управление	Электрическое
Режим управления	Ручной, полуавтоматический

Оценим величину усилия штамповки, развиваемого данным устройством. Максимальное давление давления газа на поверхности штампуемой заготовки может достигать 90...100 МПа. При этом средняя величина давления газа в процессе штамповки может со-

ставлять порядка 40 МПа. Тогда развиваемое усилие штамповки

$$P = f_{\text{д}} P_{\text{г}},$$

где $f_{\text{д}}$ — площадь детали, на которую действует давление газа; $P_{\text{г}}$ — средняя величина давления газа.

При штамповке детали диаметром 400 мм, можно считать, что

$$f_{\text{д}} \frac{\pi}{4} \cdot 0,4^2 = 0,128 \text{ м}^2.$$

Тогда, принимая $P_{\text{г}} = 40$ МПа, получим $P = 5,1$ МН. Следовательно, по развиваемому усилию штамповки данное устройство для штамповки равносильно штамповочному прессу усилием порядка 500 т.

Стоимость гидравлического прессы с таким усилием составляет порядка 1,5...2 млн руб. Стоимость данного устройства для штамповки не будет превышать 400 тыс. рублей, т. е. в 4–5 раз меньше стоимости существующего штамповочного оборудования.

Предлагаемый тип оборудования для листовой штамповки может быть эффективно использован и в крупносерийном производстве. Для этого рассмотренное устройство для штамповки необходимо снабдить дополнительным механизмом, обеспечивающим снятие отштампованной заготовки без разборки силового каркаса конструкции. Это реализовано в прессе, схема конструкции которого представлена на рис. 2.

Пресс содержит корпус 1, в котором размещены камера сгорания 2 и рабочий цилиндр 3 с установленным в нем поршнем 4. На корпусе 1 установлена плита 5. Корпус 1 с помощью колонн 6 соединен с шаботом 7, в котором размещен поршень 8, снабженный штоком 9, на последнем закреплена матрица 10. В шаботе 7 выполнены каналы 11 и 12 для подачи жидкости в полости 13 и 14, примыкающие к поршню 8. Камера сгорания 2 снабжена впускным клапаном 15, свечей зажигания 16 и выпускным клапаном 17. Длина рабочего цилиндра выполнена значительно больше длины поршня 4. В корпусе 1 выше уровня верхнего торца поршня закреплены впускной клапан 18, выпускной кла-

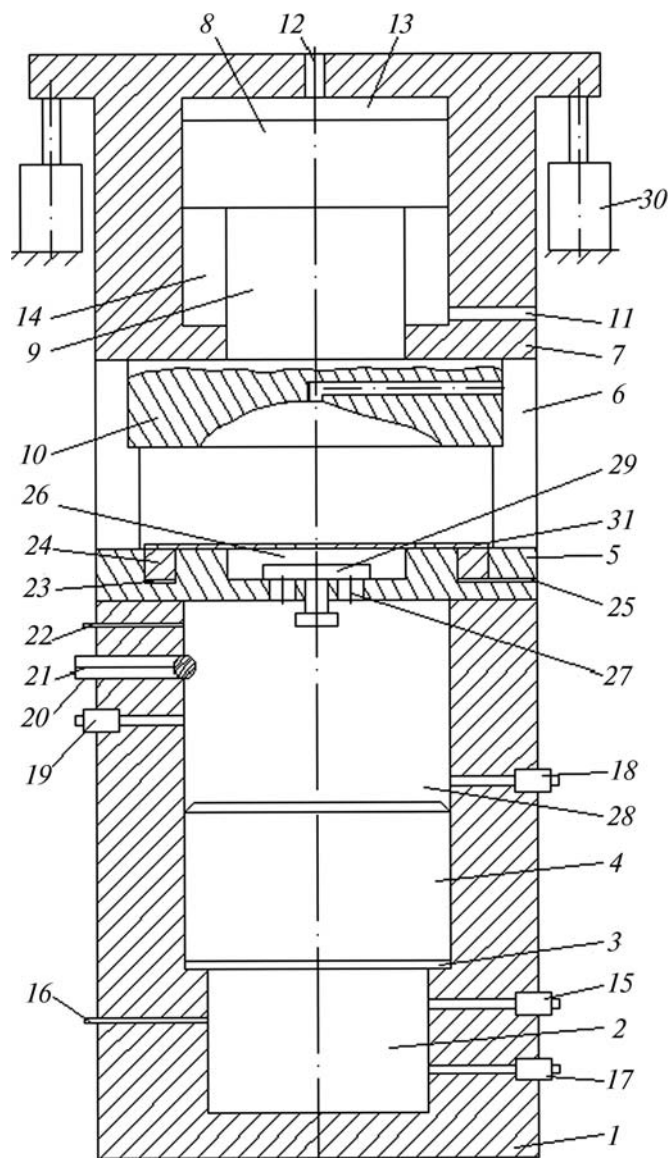


Рис. 2. Схема двухкамерного пресса для листовой штамповки:

- 1 — корпус; 2 — камера сгорания; 3 — рабочий цилиндр; 4 — поршень; 5 — плита; 6 — колонны; 7 — шабот;
 8 — поршень; 9 — шток; 10 — матрица; 11, 12, 25 — каналы; 13, 14, 26 — полости;
 15, 18 — впускные клапана; 16, 22 — свечи зажигания; 17, 19 — выпускные клапана;
 20 — управляющий клапан; 21 — клапан с подпружиненным толкателем;
 23 — кольцевая полость; 24 — кольцевой поршень; 27 — сквозные отверстия; 28 — надпоршневая полость;
 29 — обратный клапан;
 30 — амортизаторы; 31 — штампуемая заготовка

пан 19 и клапан 20 с подпружиненным толкателем 21, а также свечи зажигания 22.

В плите 5 выполнена кольцевая полость 23, в которой установлен кольцевой поршень 24, служащий в качестве прижима. Для подачи жидкости в полость 23 имеется канал 25. В центральной части плиты 5 выполнена полость 26, сообщающаяся через отверстия 27 с надпоршневой полостью 28. В исходном положении

пресса отверстия 27 перекрыты обратным клапаном 29. Пресс установлен на амортизаторах 30. Штампуемая заготовка 31 устанавливается на кольцевой поршень 24.

Работа пресса осуществляется следующим образом. Через канал 11 полость 14 сообщается со сливом, а в полость 13 через канал 12 подается жидкость. При этом поршень 8 опускается до соприкосновения матрицы 10 с заготовкой

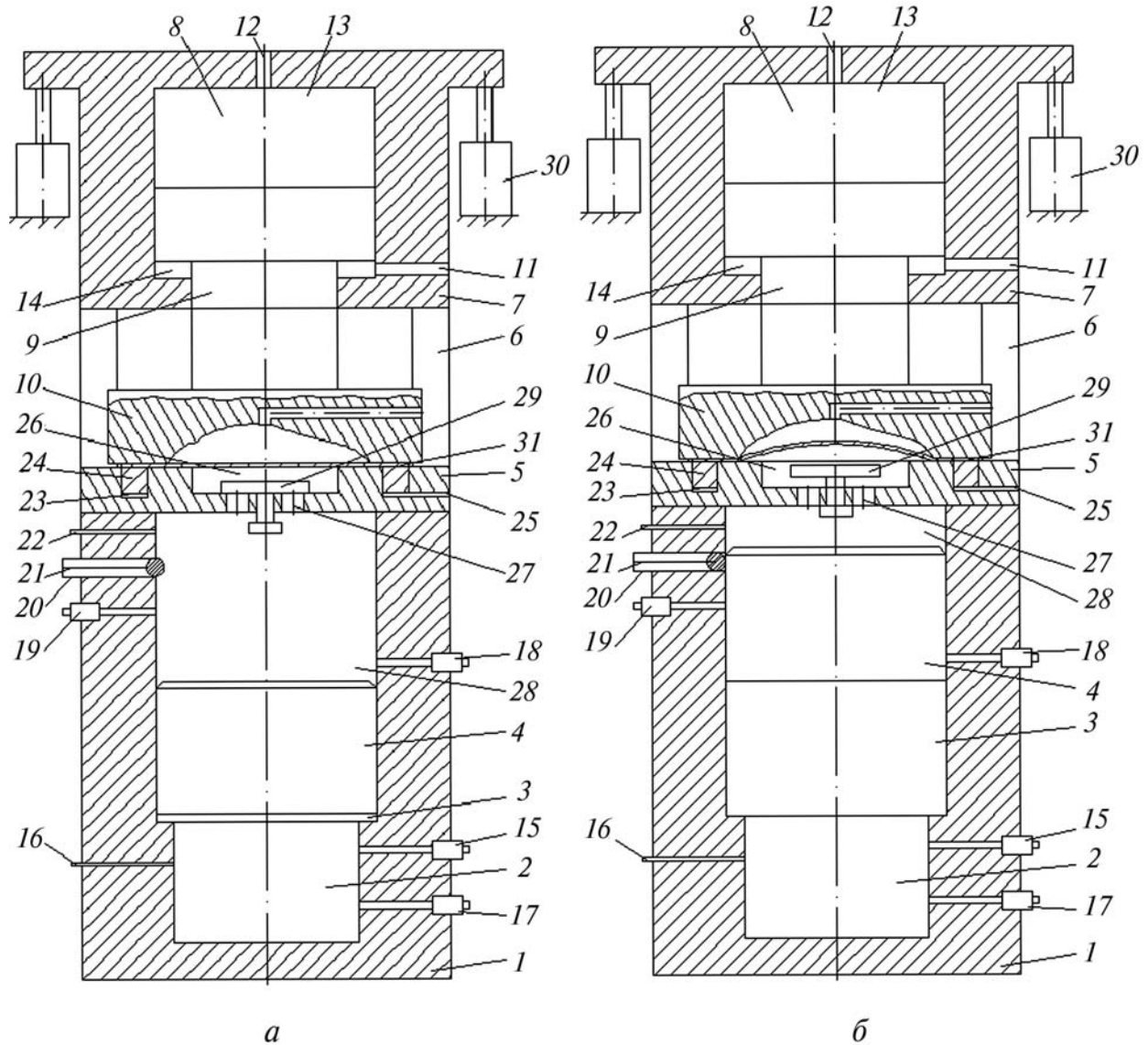


Рис. 3. Положения элементов пресса перед началом штамповки (а) и в процесс штамповки (б): обозначения см. на рис. 2

31 (рис. 3). В кольцевую полость 23 через канал 25 подается жидкость. Затем камера 2 сгорания и надпоршневая полость 28 цилиндра 3 через впускные клапаны 15 и 18 наполняются топливной смесью. Топливная смесь через отверстия 27 поступает также в полость 26, деформируя при этом заготовку 31. Давление смеси в обеих камерах сгорания одинаковое, поэтому поршень 4 остается неподвижным. Топливная смесь в камере 2 сгорания с помощью свечи 16 зажигается. При сгорании давление в камере 2 сгорания резко повышается. Под действием давления продуктов сгорания поршень 4 перемещается вверх, сжимая при этом топливную смесь в надпоршневой полости 28. При этом

топливная смесь из надпоршневой полости 28 через отверстия 27 перетекает в полость 26, перемещая обратный клапан 29 вверх. Под действием давления топливной смеси заготовка 31 начинает деформироваться, вследствие чего объем полости 26 увеличивается. Таким образом, по мере перемещения поршня 4 вверх часть топливной смеси вытесняется в полость 26. Незадолго до достижения своего крайнего верхнего положения поршень 4 соприкасается со сферическим наконечником толкателя 21 управляющего клапана 20. При этом толкатель 21 перемещается влево и замыкает электрические контакты, что обеспечивает появление электрического напряжения на свечу 22. Топ-

ливная смесь свечей 22 поджигается. При сгорании топливной смеси давление в надпоршневой полости 28 резко повышается, что вызывает интенсивное торможение поршня 4. В процессе горения топливная смесь продолжает перетекать из полости 28 в полость 26, благодаря этому деформация заготовки 31 увеличивается. При достижении фронта горения отверстий 27 пламя через эти отверстия проникает в полость 26. Горение топливной смеси вызывает интенсивное повышение давления в полости 26. При этом обратный клапан 29 закрывается, предотвращая перетекание продуктов сгорания из полости 26 в надпоршневую полость 28. Под действием давления продуктов сгорания осуществляется заполнение заготовкой 31 всей полости матрицы 10. Процесс штамповки завершается. По окончании технологической операции открываются выпускные клапаны 17, 19 и продукты сгорания из камеры 2 сгорания, рабочего цилиндра 3 и надпоршневой полости 28 выпускаются. Поршень 4 под действием собственного веса и шабот 7 с корпусом 1 усилием амортизаторов 30 возвращаются в исходное положение.

Из кольцевой полости 23 через канал 25 выпускается жидкость. При этом прекращается прижим поршнем 24 фланца заготовки 31. Благодаря этому продукты сгорания из полости 26 вытекают в атмосферу через стык между фланцем отштампованной детали и торцом кольцевого поршня 24. Полость 13 через канал 12 сообщается со сливом, а в полость 14, через канал 11 подается под давлением жидкость. При этом поршень 8 совместно с матрицей 10 поднимается в исходное положение. Отштампованное изделие извлекается из рабочего пространства прессы. На кольцевой поршень 24 устанавливается следующая заготовка.

Далее рабочий цикл прессы повторяется в той же последовательности.

Внедрение двухкамерного привода, позволяющего получать на поверхности заготовки большое давление, при котором деформируются детали большей толщины и сложной конфигурации с малыми радиусами кривизны, является уникальным по способу разработки, созданию и эксплуатации. Эффективность

данного привода заложена в его устройстве, которое увеличивает и расширяет его технологические возможности штамповке, мобильности и простоте эксплуатации, т. е. позволяет использовать его в передвижных мастерских для быстрого изготовления и замены ломающихся деталей сельскохозяйственных и других машин, получать детали с меньшими затратами сырья и материалов, малыми затратами времени и с низкой себестоимостью изготавливаемых деталей. В этом и эффективность, и уникальность двухкамерного привода, который может быть изготовлен в нужном количестве и по мнению автора, может быть внедрен в муниципальных районах для обслуживания потребителей в селениях виде индивидуального предприятия и малого предприятия.

В республике 12 районов, т. е. можно создать 12—15 таких предприятий. Второе направление использование этого устройства — создание цехов в перерабатывающих предприятиях и другие. Данное устройство востребовано сельскохозяйственным и перерабатывающим рынками. Важность создания двухкамерного привода заключается в его востребованности: толщина листа, давление продуктов сгорания удваиваются, что в значительной степени повышает его эффективность.

В настоящее время штамповка изделия толщиной 3 мм осуществляется механизмом весом 500 т, который не является мобильным и к тому же дорого стоит. Поэтому оно может быть не рентабельным. В противовес ему в данном случае предлагаемый пресс дешевле в 4—5 раз, во много раз легче и мобилен.

Таким образом, определив преимущество данного устройства, можно утвердительно прийти следующему выводу — двухкамерное устройство для газовой листовой штамповки в современных условиях хозяйствования является экономически выгодным и востребованным не только в АПК, но и в других отраслях народного хозяйства.

Литература

1. Мусаев А.А. Испытание и доводка двухкамерного устройства для газовой листовой штамповки // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. 2012. № 1. С. 74—78.

Статья поступила в редакцию 06.02.2012