

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ ДЛЯ ЭЛЕКТРОГИДРОИМПУЛЬСНОЙ ШТАМПОВКИ ТОНКОСТЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ

*Смертин С.А., Земцов М.И.*

*Вятский государственный университет, Киров, Россия*

**Ключевые слова:** тонкостенная деталь, электрогидроимпульсная штамповка, формообразование, технологическая оснастка, электродная система, жесткость.

**Аннотация.** В статье описан принцип работы устройства для электрогидроимпульсной штамповки деталей сложной формы на заключительной операции их изготовления. Приведены недостатки предыдущей конструкции данного устройства, предложены решения по ее совершенствованию, в частности, по обеспечению качественного уплотнения внутренней полости заготовки во время штамповки, центрированию электродов во внутренней полости полуматриц с заготовкой, повышению жесткости рабочих элементов.

## IMPROVEMENT OF TECHNOLOGICAL EQUIPMENT FOR ELECTROHYDROIMPULSE STAMPING OF THIN-WALLED DETAILS OF COMPLEX SHAPE

*Smertin S.A., Zemtsov M.I.*

*Vyatka State University, Kirov, Russia*

**Keywords:** thin-walled detail, electrohydroimpulse stamping, shaping, technological equipment, electrode system, rigidity.

**Abstract.** The article describes the principle of operation of the device for electrohydroimpulse stamping of details of complex shape at the final operation of their manufacture. The disadvantages of the previous design of this device are presented, solutions for its improvement are proposed, in particular, to ensure high-quality sealing of the inner cavity of the workpiece during stamping, centering the electrodes in the inner cavity of the half-matrices with the workpiece, increasing the rigidity of the working elements.

В авиастроении, холодильной и химической промышленности применяются тонкостенные детали сложной формы, изготовление которых традиционными методами штамповки часто затруднено в связи с ограниченностью деформационной способности материалов.

Одним из новых методов изготовления таких деталей является способ изготовления крутоизогнутых тонкостенных труб заданного профиля, состоящий из трех операций: 1 – гибка тонкостенной трубчатой заготовки на заданный угол, 2 – предварительное статическое деформирование в полуматрицах, 3 – электрогидроимпульсная (ЭГИ) [1] штамповка заданного профиля.

На операции ЭГИ штамповки в качестве технологической оснастки применялось устройство, представленное на рисунке 1, с помощью которого изготовлены опытные образцы деталей [2].

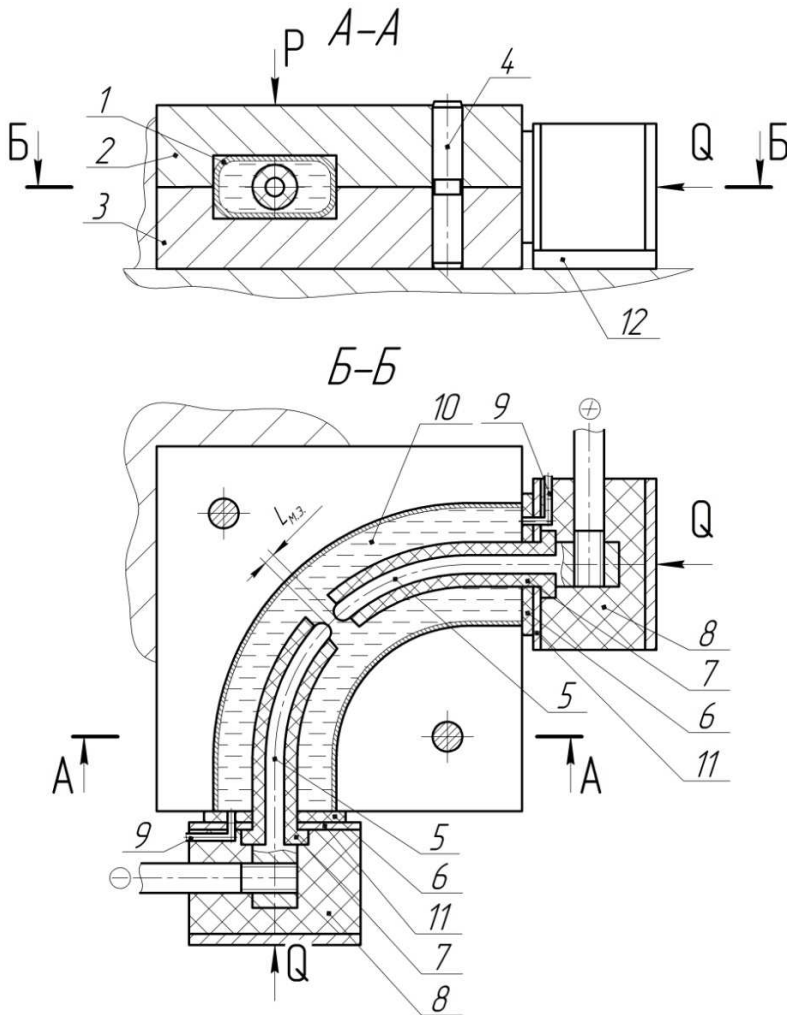


Рис. 1. Устройство для ЭГИ штамповки

В качестве заготовки использовалась труба из меди марки М1 с наружным диаметром  $D = 1\ 1/8''$  и толщиной стенки  $S_0 = 0,87$  мм. Эскиз детали приведен на рисунке 2.

Устройство работает следующим образом. Заготовка 1, полученная на первых двух операциях, базируется в полуматрицах 2 и 3, которые центрируются относительно друг друга штифтами 4. Затем устанавливаются электродные системы, состоящие из электродов 5, прокладок 6 и изоляторов 7, 8. Каналы 9 используются для заполнения заготовки рабочей жидкостью 10 и выхода из нее воздуха. После этого электродные системы поджимаются к полуматрицам усилиями  $Q$ . С помощью гидравлического пресса производится поджим усилием  $P$  полуматрицы 2 к полуматрице 3, после чего полость заготовки заполняется рабочей жидкостью. Далее на электроды подается импульсный разряд, и происходит пробой межэлектродного промежутка  $L_{м.э.}$ . При этом в жидкости образуется ударная волна, деформирующая заготовку по матрице.

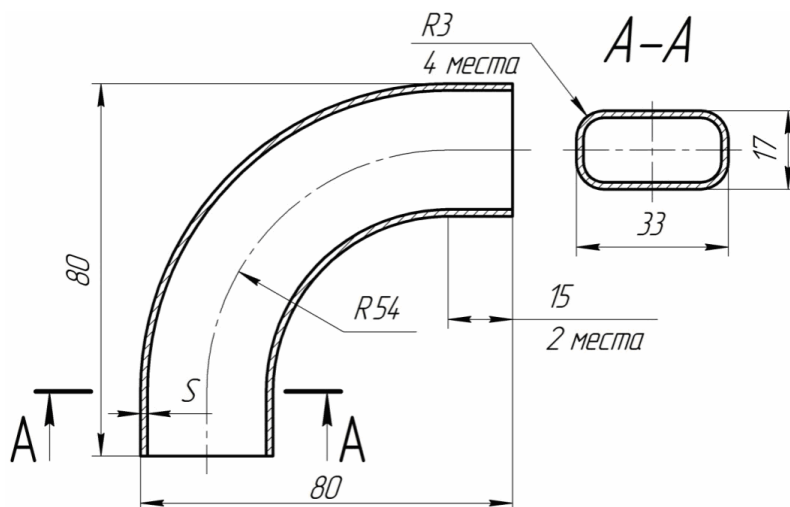


Рис. 2. Эскиз детали

Проведенные испытания показали возможность изготовления деталей с помощью предлагаемой технологии [2] и, в то же время, выявили следующие недостатки технологической оснастки:

- низкая надежность уплотнения торцев заготовки;
- недостаточная прочность элементов для подвода жидкости в полость заготовки и выхода из этой полости воздуха;
- недостаточная жесткость корпуса электродной системы и вследствие этого, низкая точность центрирования электродов в полости матрицы с заготовкой;
- недостаточная жесткость электродов.

Для устранения данных недостатков была выполнена модернизация оснастки. Конструкция модернизированного устройства приведена на рисунке 3.

Первое направление модернизации – увеличение надежности уплотнения торцев заготовки 1 (рис. 3) в течение всего процесса ЭГИ штамповки. Уплотнение 6 представляет собой резиновую или полиуретановую прокладку. Для исключения разрыва прокладки, ведущего к потере импульсного давления жидкости, эластичный материал помещается в бандажное стальное кольцо 7, ограничивающее перемещение прокладки в радиальном направлении. Кольцо выполняет также функцию передачи усилия поджима прокладки к торцу заготовки и имеет отверстия 8 для подвода рабочей жидкости в полость заготовки. Через аналогичное отверстие на втором кольце происходит выход воздуха.

Недостатком предыдущего устройства является и недостаточная жесткость крепления подводящих трубок, которые вставляются в отверстия 9 (рис. 1). При разряде происходит деформация трубки или ее смещение, вследствие чего незначительно теряется энергия разряда, а при работе на повышенных режимах через нее может произойти выброс части рабочей жидкости.

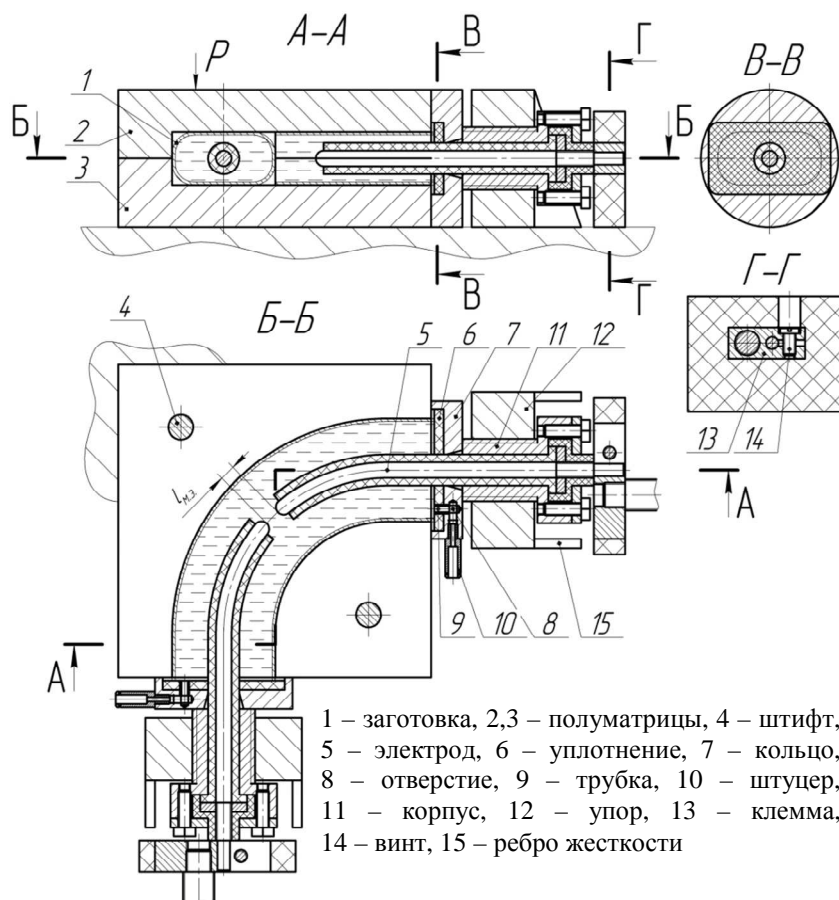


Рис. 3. Конструкция модернизированного устройства для ЭГИ штамповки

Отверстия выполнены с поворотом на 90 градусов, что гасит энергию разряда в канале (рис. 3). Со стороны заготовки в отверстие запрессована металлическая трубка 9, а на выходе вкручен штуцер 10 для подачи через шланг рабочей жидкости в полость заготовки. Таким образом сокращается время заполнения рабочей полости жидкостью.

Вторым направлением модернизации является повышение жесткости корпуса электродной системы, что необходимо для обеспечения центрирования электродов в полости матрицы с заготовкой. При проведении испытаний на оснастке с конструкцией по рисунку 1 было выявлено нарушение центрирования при совместном действии на электроды усилия поджима  $Q$  и давления  $q$  жидкости в процессе штамповки. Сборный вариант корпуса, состоящий из разрезанной стандартной квадратной стальной трубы с толщиной стенки 2 мм и крышки, не обеспечивал требуемую жесткость. Проблема может быть решена дополнительным поджимом корпуса 11 к основанию 12 устройства, но это существенно усложнит конструкцию оснастки и приведет к увеличению ее габаритных размеров. Для исключения этих недостатков корпус 11 (рис. 3) электродной системы выполняется цельным в виде тела вращения. Корпус имеет наружную резьбу, по которой вворачивается в упор 12,

приваренный к основанию устройства. Таким образом одновременно обеспечивается точность центрирования электродов в полости заготовки и создание с помощью резьбы усилия поджима. Фиксация электродов после настройки угла поворота осуществляется клеммой 13 с винтом 14.

При необходимости автоматизации процесса усилие поджима кольца 7 с уплотнением 6 возможно создавать с помощью гидроцилиндра. В этом случае корпус 11 изготавливается с наружной направляющей цилиндрической поверхностью вместо резьбы, а упор 12 – с направляющим отверстием.

В процессе штамповки даже незначительное разгибание электродов приводит к увеличению межэлектродного расстояния  $l_{м.э.}$ , существенно влияющего на величину выделяющейся энергии. В связи с этим после механической обработки электроды подвергаются закалке, что обеспечивает их повышенную жесткость.

Для подбора оптимальных параметров штамповки предусмотрено испытание устройства и на режимах с повышенной энергией разряда [3]. Для этого упоры 12 усилены треугольными ребрами жесткости 15.

Приведенные в статье конструктивные решения позволяют сократить время подготовки устройства к работе, увеличить жесткость технологической оснастки и повысить качество изготавливаемых деталей за счет более полной проработки мелких элементов.

### Список литературы

1. Степанов В.Г., Шавров И.А. Высокоэнергетические импульсные методы обработки металлов. – Л.: Машиностроение, 1975. – 280 с.
2. Земцов М.И., Смертин С.А. Разработка и исследование технологии изготовления тонкостенных крутоизогнутых изделий // КИШП. ОМД. – 2019. – №12. – С. 12-20.
3. Чачин В.Н., Богоявленский К.Н., Вагин В.А. Электрогидроимпульсная обработка материалов в машиностроении. – Мн.: Наука и техника, 1987. – 231 с.

### References

1. Stepanov V.G., Shavrov I.A. High-energy impulsive methods of metal working. – L.: Mechanical Engineering, 1975. – 280 p.
2. Zemtsov M.I., Smertin S.A. Development and research of technology of manufacturing thin-walled steeply curved items // Forging and Stamping Production. Material Working by Pressure. 2019, no. 12, pp. 12-20.
3. Chachin V.N., Bogoyavlenskii K.N., Vagin V.A. Electrohydroimpulse working of materials in machine-building. – Mn.: Science and techniques, 1987. – 231 p.

|  |  |
|--|--|
| <b>Смертин Станислав Александрович</b> – старший преподаватель кафедры технологии машиностроения | <b>Smertin Stanislav Aleksandrovich</b> – senior lecturer of the Department of technology of machine-building                      |
| <b>Земцов Михаил Иванович</b> – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии и дизайна   | <b>Zemtsov Mikhail Ivanovich</b> – candidate of technical sciences, associate professor of the Department of technology and design |
| stassmertin@rambler.ru   |  |

Received 27.08.2024