

**V.A. Zdor, Doctor of Technical Sciences, Senior Research Associate**  
PubJSC «Research and Development enterprise «Osnastka», Kramatorsk

**Ye.A. Frolov, Doctor of Technical Sciences, Professor, O.V. Bondar, Post-graduate**  
Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University

### **UNIVERSAL PREFABRICATED RECONFIGURABLE DEVICES FOR MANUFACTURING PIPELINES COMPLEX CONFIGURATION**

*The article contains results of studies on the development and implementation of universal reconfigurable devices for assembly welding pipelines complex configuration for various branches of engineering and integrated automated preparation of production.*

**Keywords:** machine-tool attachment, universal assembly and disassembly devices, generative planning system, welding, assembly, modularity.

УДК 621.98.044

**Е.А. Фролов, д.т.н., проф., О.Г. Носенко, асп.**

Полтавский национальный технический университет им. Юрия Кондратюка

**В. Вовк, д.т.н., проф.**

Магдебургский университет Отто фон Герике, Германия

**С.А. Григоренко**

ПАО «Полтавский машиностроительный завод»

### **МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ШТАМПОВКИ ОСОБО ТОНКИХ ДЕТАЛЕЙ ИЗ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ РАЗДЕЛИТЕЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЯХ**

*Предложена технология получения деталей из особо тонких материалов ( $\leq 0,15$  мм) из неметаллических материалов (углепластик, стеклопластик, фольгированный материал) методом пневмоударной пробивки-вырубки с использованием комбинированных сред (жидкость, полиуретан, жидкость – полиуретан – лавсан). Предложенные схемы позволяют повысить качество деталей и стойкость штамповой оснастки.*

**Ключевые слова:** штамповка, пробивка, вырубка, тонколистовые неметаллические материалы, пневмоударная штамповка, оснастка.

**Введение.** Получение деталей из особотонкого материала толщиной  $\leq 0,15$  мм (углепластик, стеклопластик или фольгированный материал) в вырубных инструментальных штампах, вызывает значительные трудности. Для этого требуются практически беззазорные штампы, для изготовления которых необходимы большие материальные затраты. Стойкость таких штампов невелика, так как незначительный износ рабочих поверхностей инструмента ведет к браку изделия. Еще сложнее обстоит дело при вырезке деталей из алмазосодержащей фольги. Испытания штамповой оснастки в производственных условиях показали, что стойкость пары пуансон-матрица при вырезке, например, колец из такой фольги очень низкая: не более 10–15 деталей. Это объясняется тем, что в зазор между пуансоном и матрицей попадает фольга, а так как она содержит алмазный порошок,

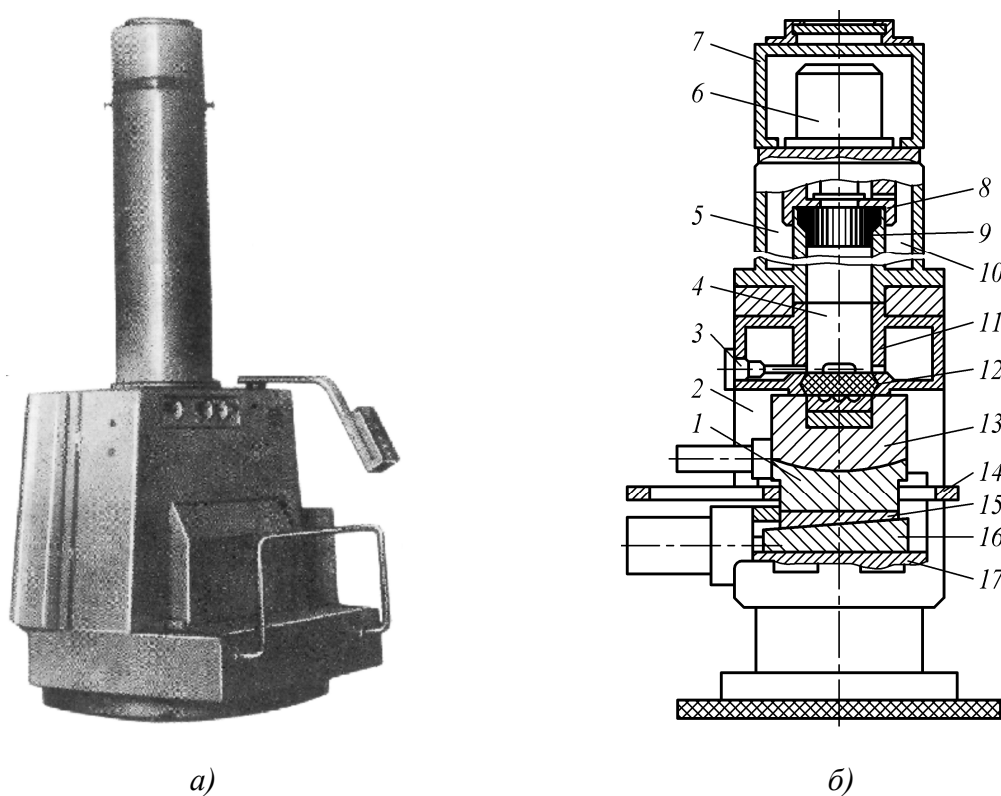
то износ происходит очень быстро. Это приводит к резкому возрастанию себестоимости подобных деталей, что явно не удовлетворяет требованиям производства.

**Постановка проблемы.** Наиболее рациональный выход из этого затруднения — использование беспуансонных методов разделения листовых материалов, когда роль пуансона выполняет эластичная или жидкая среды [1]. Однако статическая вырезка деталей этими средами дала отрицательный результат, хотя стойкость такого штампа вполне удовлетворительна. В этом случае качество поверхности разделения не соответствует техническим требованиям чертежа. На рабочей кромке и посадочном диаметре появляются сколы, и такие детали непригодны к эксплуатации. Отрицательный результат получен и при использовании классической схемы высокоскоростной пробивки-вырубки, когда роль пуансона выполняет рабочая жидкость или полиуретан [2].

Импульсная волна, непосредственно воздействующая на материал заготовки, вызывает коробление детали вплоть до ее разрушения.

**Целью исследования** является разработка эффективной технологии получения тонколистовых деталей из углепластика и другого фольгированного материала методом беспуансонной пробивки-вырубки.

**Основной материал статьи.** Чтобы устранить вышеперечисленные недостатки, нами разработана и апробирована схема пневмоударной штамповки на усовершенствованном пневмоударном оборудовании модели ТА-1324 (рис. 1) с комбинацией двух передающих сред: жидкость–полиуретан.



**Рис. 1. Серийное пневмоударное оборудование штамповки полиуретаном ТА-1324 (а) и ударный блок машины ТА-1324 (б):**

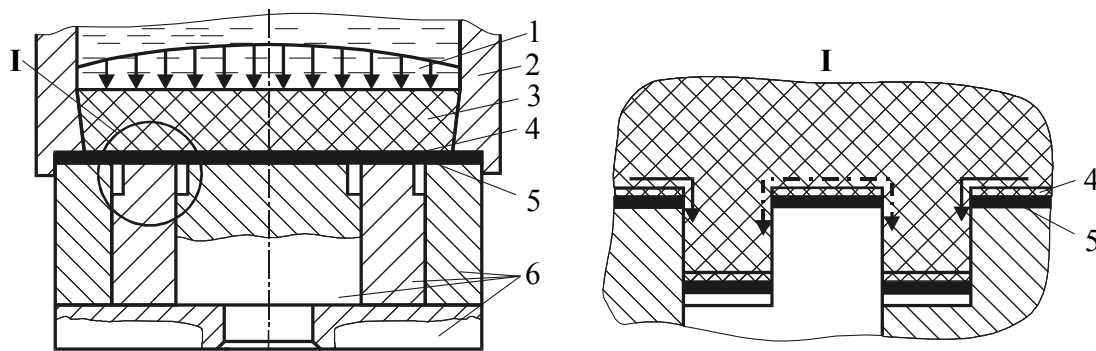
- 1 – технологический блок; 2 – щека; 3 – дозатор; 4 – рабочая камера; 5 – энергетический блок;  
 6 – механизм пуска; 7 – глушитель; 8 – цапга; 9 – боек; 10 – аккумулятор; 11 – ствол;  
 12 – эластичная среда (полиуретан); 13 – контейнер; 14 – стол; 15 – контрклин;  
 16 – клин; 17 – основание

Давление от жидкости передается полиуретану, которым заготовка прижимается к матрице. При такой схеме полиуретан выполняет двойную роль: гасит импульс давления,

осуществляет надежный прижим заготовки и вырезку качественных деталей из вышеперечисленных материалов.

Однако в случае алмазосодержащей фольги качество режущей кромки получается удовлетворительным, однако перед работой таких деталей требуется их правка в целях удаления небольшого (порядка 0,1...0,5 мм) дефектного слоя. Это происходит из-за того, что процесс вырезки происходит в такой последовательности: давление через жидкость передается полиуретану, который прижимает заготовку к зеркалу матрицы, а в зазоре, между матрицей и опорным кольцом, происходит небольшой прогиб заготовки; на режущей кромке создается концентрация напряжений, и под действием дальнейшего перемещения эластичной среды заготовка разрушается именно на кромке матрицы. Но и после разделения заготовки эластичная среда продолжает затекать в этот зазор. Коэффициент же трения между эластичной средой и заготовкой в несколько раз превосходит коэффициент трения между матрицей и заготовкой. Поэтому эластичная среда уже после вырезки детали втягивает материал в полость матрицы. А так как алмазосодержащая фольга очень хрупкая, то на режущей кромке она обламывается. И хотя эти перемещения небольшие (до 0,5 мм), все же требуется дополнительная операция по правке таких деталей.

Для устранения этого недостатка между заготовкой и эластичной средой мы размещаем пленку из искусственного материала типа лавсана. Фактически в этом случае используется новая схема, а именно, комбинация из трех передающих сред: жидкость – полиуретан – лавсан. Использование пленки уменьшает коэффициент трения, и горизонтального усилия уже недостаточно, чтобы растянуть материал заготовки. Детали, вырезанные по такой схеме (рис. 2), отвечают всем техническим требованиям чертежа. Вырезка происходит одновременно по всему контуру, и не требуется дополнительной правки этих деталей перед их работой.



**Рис. 2. Схема вырезки колец при комбинации трех передающих сред:**

1 – рабочая жидкость; 2 – рабочая камера; 3 – полиуретан;  
4 – лавсан; 5 – заготовка; 6 – матрица

### **Выводы**

1. Опыт промышленной апробации предложенной схемы пневмоударной штамповки комбинированными средами показал, что стойкость штамповой оснастки увеличилась в несколько десятков раз по сравнению со стойкостью инструментальных штампов и составляет порядка  $10^3$  деталей до первой переточки пробивного или вырубного шаблонов.

2. В качестве оснастки для выполнения операций пневмоударной пробивки–вырубки не требуется сложной материалоемкой оснастки.

### Литература

1. Ланской, Е.Н. Эффективность высоких технологий в массовом производстве [Текст] / Е.Н. Ланской // Кузнечно-штамповочное производство. – 1997. – № 1. – С. 31–34.
2. Кривцов, В.С. Концепция создания технологических систем производства деталей летательных аппаратов с использованием импульсных методов обработки: дис. ... док. техн. наук / Кривцов Владимир Станиславович. – К., 1998. – 312 с.
3. Пневмоударная и статикодинамическая штамповка сложнорельефных листовых деталей упругими средами [Текст]: моногр. / Е.А. Фролов, А.Я. Мовшович, И.В. Манаенков, А.Ф. Тарасов, Л.Л. Роганов. – Х.: УкрГАЗТ, – Краматорск: ДГМА, 2010. – 287 с.

© Е.А. Фролов, О.Г. Носенко, В. Вовк, С.А. Григоренко

**Є.А. Фролов, д.т.н., проф., О.Г. Носенко, асп.**

Полтавський національний технічний університет ім. Юрія Кондратюка

**В. Вовк, д.т.н., проф.**

Магдебургський університет Отто фон Геріке, Німеччина

**С.О. Григоренко**

ПАТ «Полтавський машинобудівний завод»

### МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ ШТАМПУВАННЯ ОСОБЛИВО ТОНКИХ ДЕТАЛЕЙ ІЗ НЕМЕТАЛЕВИХ МАТЕРІАЛІВ ПРИ РОЗДІЛЮВАЛЬНИХ ОПЕРАЦІЯХ

*Запропоновано технологію отримання деталей з особливо тонких матеріалів ( $\leq 0,15$  мм) із неметалевих матеріалів (вуглепластик, склопластик, фольгований матеріал) методом пневмоударного пробивання-вирубки з використанням комбінованих середовищ (рідина, поліуретан, рідина – поліуретан – лавсан). Запропоновані схеми дозволяють підвищити якість деталей та стійкість штампового оснащення.*

**Ключові слова:** штампування, пробивання, вирубка, тонколистові неметалеві матеріали, пневмоударне штампування, оснащення.

**Ye.A. Frolov, Doctor of Technical Sciences, Professor, O.G. Nosenko, Post-graduate**

Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University

**V. Vovk, Doctor of Technical Sciences, Professor**

Otto-von-Guericke University Magdeburg, Germany

**S.A. Grigorenko**

PJSC «Poltava Machine Building Plant»

### METHODS TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF STAMPING TECHNOLOGY ESPECIALLY SUBTLE DETAILS OF THE NON-METALLIC MATERIALS DURING DIVIDING OPERATIONS

*It was proposed the technology of obtaining details of particularly thin materials (up to 0.15 mm) of non-metallic materials (carbon plastic, fiberglass, foil material) by pneumatic percussive punching-cutting with using a combination of media (liquid, polyurethane, liquid – polyurethane – lavsan). The proposed schemes allow increasing the quality of parts and durability of die tooling.*

**Keywords:** die forming, punching, light-gage nonmetallic materials, pneumatic-mechanical forming, machine-tool attachment.