

**В.К. Борисевич, В.П. Павиченко, В.В. Третьяк, Н.Ф. Савченко**

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского  
«Харьковский авиационный институт», Украина*

**ИССЛЕДОВАНИЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ  
УНИВЕРСАЛЬНОГО ФРИКЦИОННОГО БАНДАЖА  
ДЛЯ ЗАМЫКАНИЯ ФОРМУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ МАТРИЦ  
ПРИ ВЗРЫВНОЙ ШТАМПОВКЕ**

Представлены материалы по исследованию несущей способности универсального фрикционного бандажа для замыкания формующих элементов матриц при взрывной штамповке обечаек. Даны практические рекомендации по усовершенствованию конструкции узлов оснастки и улучшению качества штампуемых деталей.

**взрывная штамповка, оснастка, составная матрица, фрикционный бандаж, формующие элементы, замыкание**

В последние годы все более широкое распространение в мире получают прогрессивные процессы металлообработки с использованием импульсных нагрузок. Среди них значительное место занимает штамповка взрывом крупногабаритных листовых деталей типа обечаек из высокопрочных труднодеформируемых сплавов, применяемых в самолетостроении и двигателестроении, а также в химической и пищевой промышленности.

Оснастка для взрывной штамповки обечаек методом раздачи может содержать один из четырех типов матриц: неразъемные матрицы с одним цельным формующим элементом, составные с горизонтальной плоскостью разъема, составные с вертикальной плоскостью разъема и силовым бандажом, а также составные с вертикальной плоскостью разъема и силовым корпусом (рис. 1).

Цельные неразъемные матрицы применяют для ограниченного класса деталей, как правило, небольших габаритов.

Формующие элементы составных матриц при взрыве удерживаются в рабочем положении силовыми замыкающими элементами в виде бандажей, корпусов и т.д. При этом, в технологическом процессе штамповки

взрывом наиболее трудоемкими и длительными по времени являются операции сборки-разборки и транспортировки силовых замыкающих и формирующих элементов оснастки.

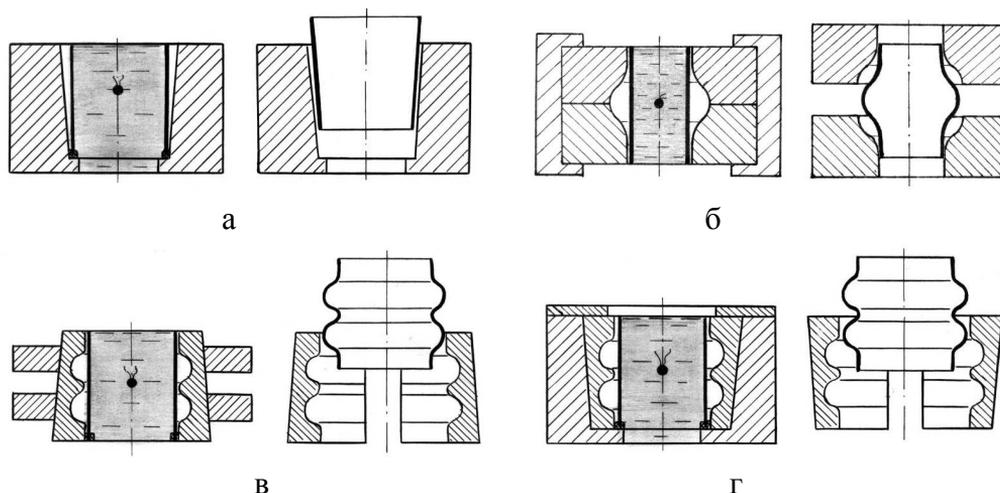


Рис. 1. Схемы оснастки с различными типами матриц для взрывной штамповки обечаек в положении сборки и разборки: а – неразъемные матрицы; б – составные матрицы с горизонтальным разъемом; в – составные матрицы с вертикальным разъемом и силовым биндажом; г – составные матрицы с вертикальным разъемом и силовым корпусом

Из анализа существующих схем матриц, а также из опыта практического применения штамповки взрывом на предприятиях следует, что при штамповке деталей методом раздачи цилиндрических заготовок диаметром до 500 мм можно применять матрицы любого из выше упомянутых типов. В этом случае трудоемкость операций сборки-разборки матриц в зависимости от их типа существенно не отличаются.

При росте габаритов деталей до 1000 мм и более, масса матриц возрастает на столько, что начинает существенно расти трудоемкость операций сборки-разборки матриц и время их транспортировки с места обслуживания к месту подрыва заряда ВВ и обратно. В связи с этим для штамповки деталей габаритами 1000 мм и более целесообразно иметь универсальную, технологичную в изготовлении конструкцию оснастки, позволяющую быстро производить сборку-разборку и надежное силовое замыкание-размыкание формирующих элементов непосредственно в зоне штамповки.

Впервые в мировой практике предложено силовое замыкание составных, сменных формующих элементов матриц при взрывной штамповке крупногабаритных обечаек производить с помощью одного универсального, фрикционного бандажа (рис. 2).

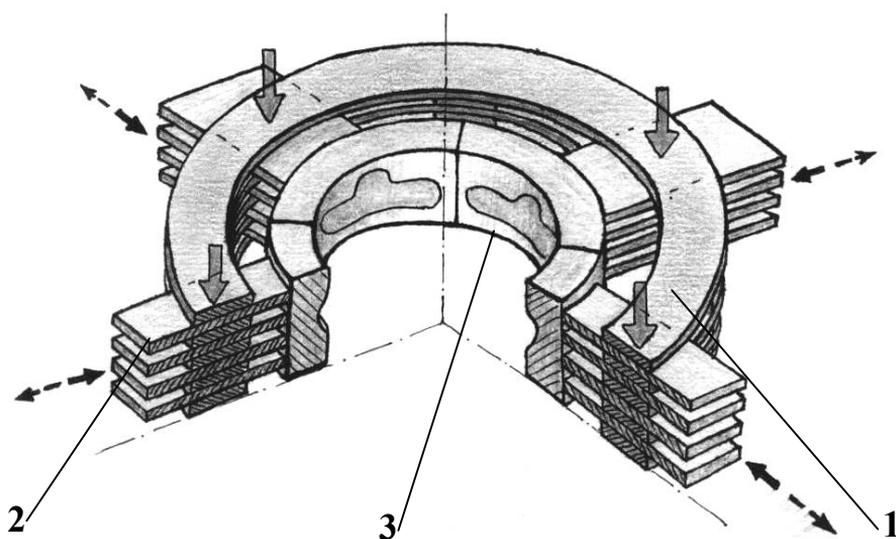


Рис. 2. Схема оснастки для взрывной штамповки обечаек методом раздачи с фрикционным силовым замыканием сменных формующих элементов матриц: 1 – пакет кольцевых пластин; 2 – радиальные пакеты прямоугольных пластин; 3 – сменные формующие элементы матриц

Оснастка содержит один универсальный, фрикционный бандаж, состоящий из пакета кольцевых пластин 1, набранных по вертикали с зазором, в которых из прямоугольных пластин собраны радиальные (не менее двух) пакеты 2. Во внутренние торцы радиальных пакетов упираются наружные поверхности съемных формующих элементов составных матриц 3. Схема оснастки в положениях сборки - замыкание и размыкание - разборка приведена на рис. 3.

На рис. 2 и 3 условно не показаны приводы горизонтального перемещения радиальных пакетов для сборки-разборки формующих элементов съемных матриц (силы  $P$  – горизонтальные стрелки), а также приводы вертикального сжатия зон контакта кольцевого пакета с радиальными па-

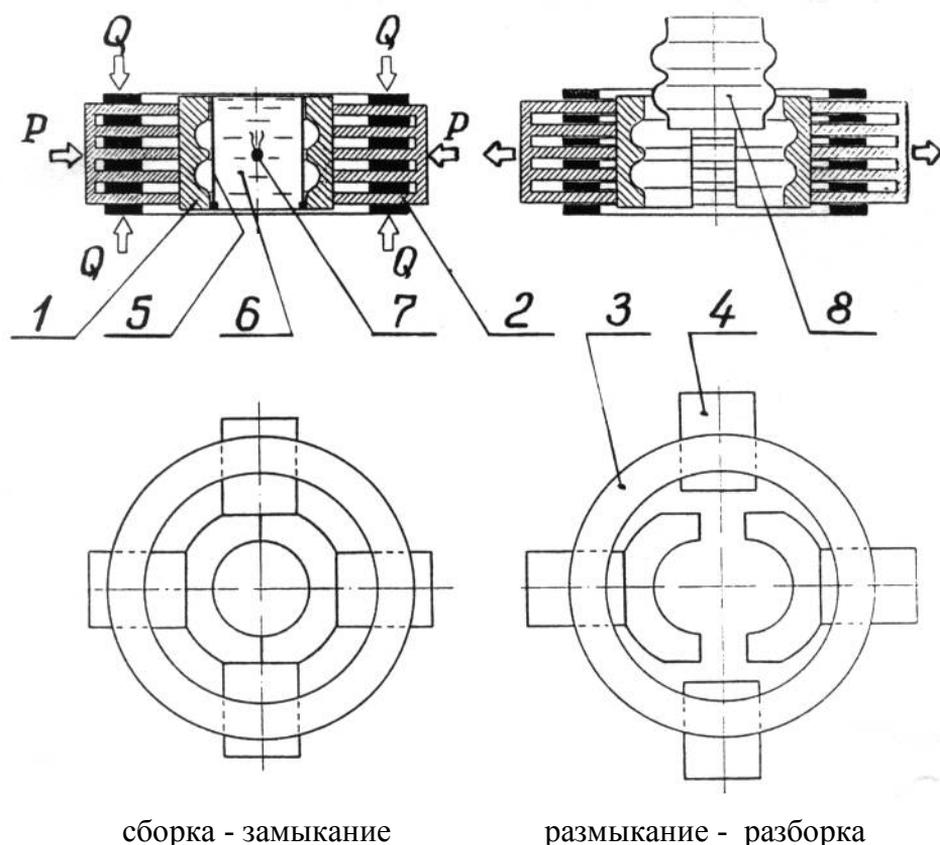


Рис. 3. Схема оснастки в положении сборки и разборки:  
 1 – формующие элементы матрицы; 2 – фрикционный бандаж;  
 3 – пакет кольцевых пластин; 4 – радиальные пакеты  
 прямоугольных пластин; 5 – заготовка; 6 – передающая среда;  
 7 – заряд ВВ; 8 – готовая деталь

кетами (силы  $Q$  – вертикальные стрелки) для замыкания-размыкания формующих элементов составных матриц.

Формующие элементы матрицы 1, предназначенные для штамповки конкретной детали, устанавливаются в бандаж 2, состоящий из кольцевого 3 и радиальных пакетов 4. С помощью приводов горизонтального перемещения радиальные пакеты пластин 4 силой  $P$  смещаются к заготовке, где происходит сборка формующих элементов с образованием цельной штамповочной поверхности матрицы. В центр ее устанавливается заготовка 5, подается передающая среда 6 и заряд ВВ 7. Затем с помощью привода

вертикального сжатия силой  $Q$  происходит сжатие всех радиальных пакетов 4 и кольцевого пакета 3 в зонах их контакта. Благодаря возникновению сил трения между кольцевым и радиальными пакетами пластин происходит силовое фрикционное замыкание формирующих элементов 1 матрицы и передача усилий при взрывной штамповке от детали к кольцевому пакету. После взрыва в обратной последовательности производится замыкание-разборка матрицы и съем готовой детали 8.

Сила трения  $F_{mp}$ , возникающая в каждом из радиальных пакетов пропорциональна числу пар трения, равное удвоенному количеству радиальных пластин  $N$  в пакете, силе сжатия  $Q$  и коэффициенту трения скольжения  $k$ :

$$F_{mp} = 2 \cdot k \cdot Q \cdot N.$$

При соответствующем подборе этих составляющих, силы трения, возникающие в зоне между радиальными и кольцевым пакетами достигают таких значений, при которых обеспечивается надежное силовое замыкание формирующих элементов матрицы в собранном положении в процессе взрывной штамповки.

Для проверки несущей способности оснастки с фрикционным силовым замыканием формирующих элементов при взрывной штамповке листовых обечаек была разработана конструкция и изготовлена в металле модель такой оснастки, показанная в разомкнутом положении на рис. 4. Модель оснастки содержит разрезную матрицу, состоящую из четырех формирующих элементов.

Показателем хорошей несущей способности оснастки с фрикционным силовым замыканием является возможность получения взрывной штамповкой качественных деталей. Поэтому конечным результатом исследований была деталь, полученная на модели взрывной оснастки с фрикционным замыканием формирующих элементов.

На рис. 5 показана составная матрица с готовой деталью.

Анализ качества готовой детали позволяет сделать вывод о полной надежности исследуемой схемы оснастки с фрикционным силовым замыканием и хорошей ее несущей способности.

Для устранения хлопнунов необходима герметизация и вакуумирование полости между заготовкой и поверхностью матрицы. При герметизации

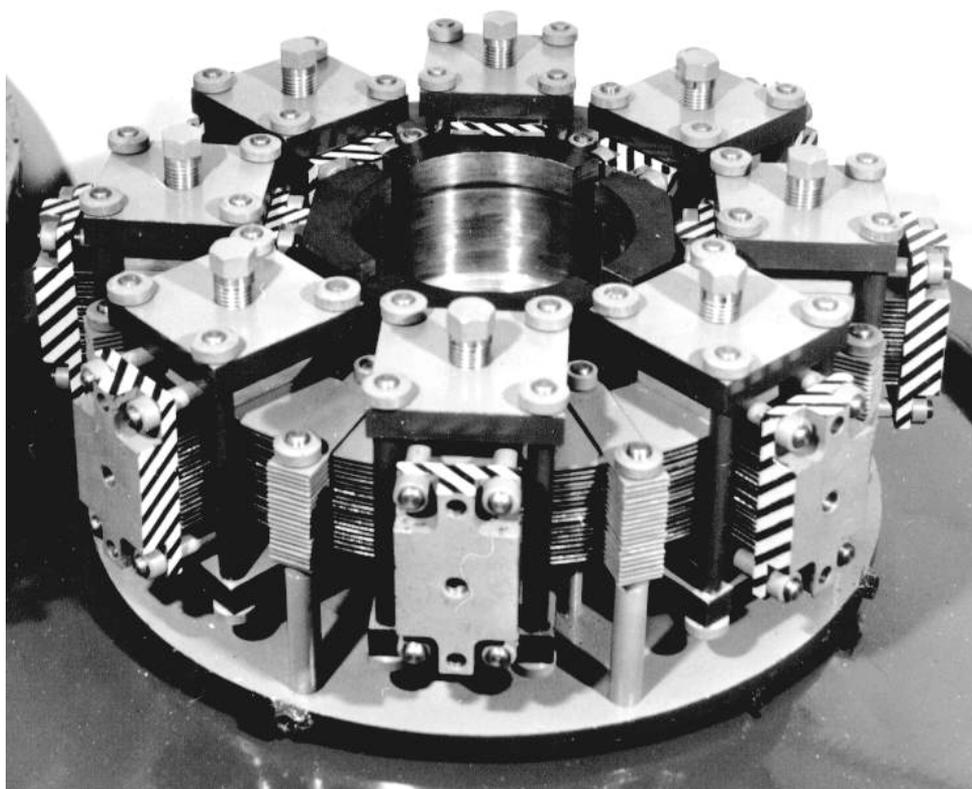


Рис. 4. Модель оснастки с фрикционным силовым замыканием формирующих элементов матрицы при взрывной штамповке обечаек

натурной заготовки необходимо применить резиновый уплотнитель. Четкая фиксация составных формирующих элементов матрицы друг относительно друга достигается их штифтованием. Для устранения отскока при взрыве верхнего торца заготовки от матрицы необходимо в конструкцию заложить прижимной элемент в виде кольца с внутренним отражающим фланцем.

Опыт работы на модели показал, что большую часть трудоемкости при подготовке оснастки к штамповке, занимают такие операции, как перемещение и стыковка восьми радиальных пакетов совместно с формирующими элементами (сборка – разборка), установка и герметизация заготовки на рабочем столе, а также вертикальное замыкание – размыкание силовыми

винтами восьми узлов зажима. Поэтому все перемещения на натурной установке, аналогичные ручным механическим перемещениям на модели, необходимо перевести на гидравлику.



Рис. 5. Готовая деталь в разрезной матрице, состоящей из четырех формующих элементов

### **Выводы**

Проведено исследование несущей способности универсального фрикционного бандажа для замыкания формующих элементов матриц при взрывной штамповке обечаек, получена деталь на изготовленной в металле модели, даны практические рекомендации по усовершенствованию конструкции узлов оснастки и улучшению качества штампуемых деталей.

*Поступила в редакцию 25.05.2007*

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. С.В. Епифанов, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е.Жуковского “ХАИ”, Харьков.