

УДК 621.983

Е. А. ФРОЛОВ, С. И. КРАВЧЕНКО, О. В. БОНДАРЬ, А. М. ПИРНАТ

*Полтавский национальный технический университет им. Юрия Кондратюка, Украина***ЭФФЕКТИВНЫЕ СПОСОБЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДВУХСЛОЙНЫХ ТОНКОСТЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ**

Предложены и апробированы новые эффективные схемы получения двухслойных изделий из различных материалов путем прикладывания дополнительного давления к материалу с меньшей величиной предела текучести. Опытная проверка способа проводилась в штампе для вытяжки и отбортовки листовых заготовок с пружинным буфером. Качество изготовленного изделия достигается за счет уменьшения величины неравномерности деформации при совместной обработке утонением двухслойных заготовок путем применения технологических операций вытяжки или отбортовки внутреннего контура в инструментальных штампах.

Ключевые слова: двухслойные изделия, способы изготовления, деформация, вытяжка, отбортовка, схемы операций.

Введение

В настоящее время в конструкциях современной техники все более широкое применение находят многослойные изделия из различных цветных сплавов и сталей. Это объясняется тем, что многослойные материалы, сохраняя специфические свойства монометаллов, приобретают новые свойства, позволяющие использовать их взамен дефицитных и дорогостоящих материалов в различных конструкциях изделий машиностроения, в том числе и в узлах аэрокосмической техники.

1. Постановка проблемы и анализ последних исследований и публикаций

Существующие способы производства биметаллических полуфабрикатов (прокатка, выдавливание, раздача, утонение на оправке и др.) характеризуются значительной неравномерностью деформации по контуру, которая зависит от следующих факторов [1]:

- соотношения сопротивления деформаций материалов в состоянии совместной обработки;
- соотношения толщин слоев биметаллов;
- величины и направления сил межслойного и внешнего контактного трения;
- взаимного расположения слоев в многослойной заготовке.

Как показала практика, неравномерность полой деформации приводит к смещению линии раздела слоев в многослойном изделии и нарушению исходного соотношения толщин слоев, особенно в начальной стадии деформирования. Даже при хо-

лодном прессовании биметаллических полуфабрикатов из алюминиевых сплавов в условиях минимального контактного трения ее величина может составлять 10...20 % от всей длины трубчатого изделия, что негативно сказывается на его качестве [2, 3].

Цель исследований: разработать более эффективные способы изготовления двухслойных изделий.

2. Основная часть

Величину неравномерности деформации слоев при совместной обработке утонением двухслойных заготовок с различными пределами текучести можно уменьшить путем прикладывания дополнительного давления к материалу с меньшей величиной предела текучести. Как показала опытная проверка, наложение дополнительного давления за счет операций вытяжки и отбортовки одного из слоев двухслойной конструкции изделия величиной, равной разности пределов текучести обрабатываемых материалов с учетом упрочнения и степени деформации, позволяет получать равномерную деформацию материалов (рис. 1).

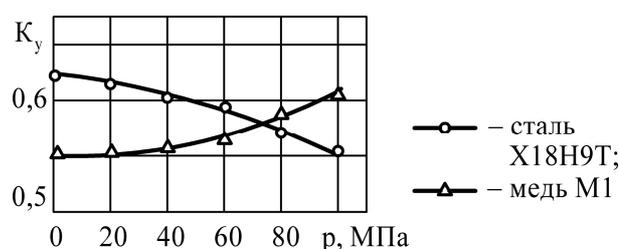


Рис. 1. Зависимость коэффициента утонения слоев от величины дополнительного давления

На основании полученных результатов были разработаны и апробированы новые схемы получения двухслойных изделий за счет изготовления путем совместной обработки их утонением вытяжкой (рис. 2) или отбортовкой внутреннего контура (рис. 3) следующим образом.

Трубчатую заготовку 1 устанавливали на цилиндрическую оправку-пуансон 2 (рис. 2, а) до упора во втулку 3. Листовую заготовку 4 укладывали на опорное кольцо 5 так, чтобы между листовой заготовкой 4 и торцом трубчатой заготовки 1 образовывался осевой зазор z . Перемещая матрицу 6 в осевом направлении, осуществляли вытяжку листовой заготовки 4 с одновременным утонением стенок полу-

чаемого листового полуфабриката и трубчатой заготовки в матрице 6, сначала на участках 7 и 8, а затем и по всей длине двухслойного пакета (рис. 2, б). Для предотвращения смещения трубчатой заготовки под действием осевой оставляющей усилия утонения в процессе совместной деформации стенок пакета к свободному торцу трубчатой заготовки 1 прикладывали дополнительное осевое усилие через опорное кольцо 3 от пружинного буфера. К моменту окончания операции совместного утонения заготовок дополнительное осевое усилие снимали и выполняли развальцовку торцевой части листового полуфабриката 9 по торцу трубчатой заготовки 1 (рис. 2, в).

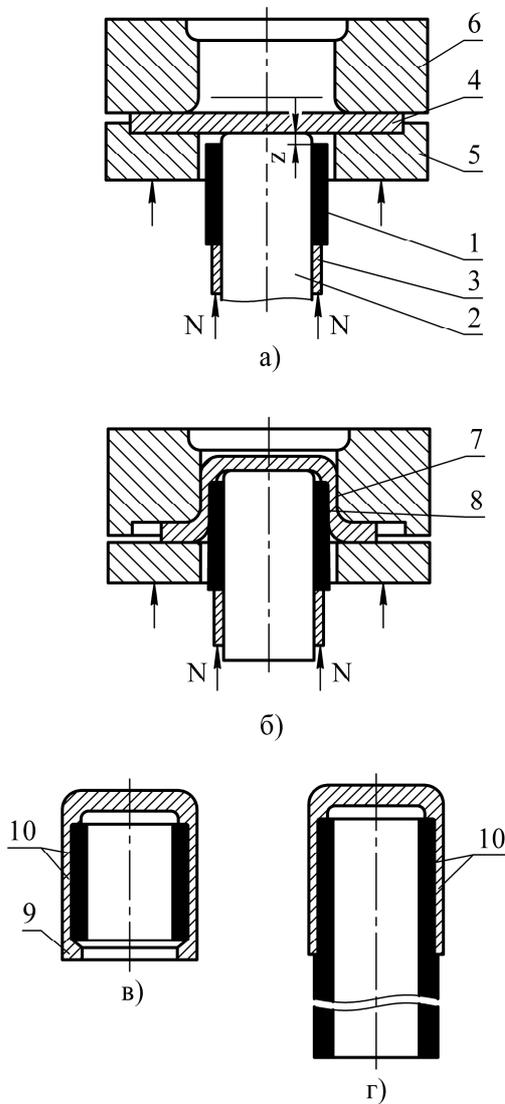


Рис. 2. Схема получения двухслойного изделия вытяжкой:
 а – исходное положение заготовки;
 б – промежуточное положение; в – двухслойный стакан с короткой трубой; г – двухслойный стакан с длинной трубой

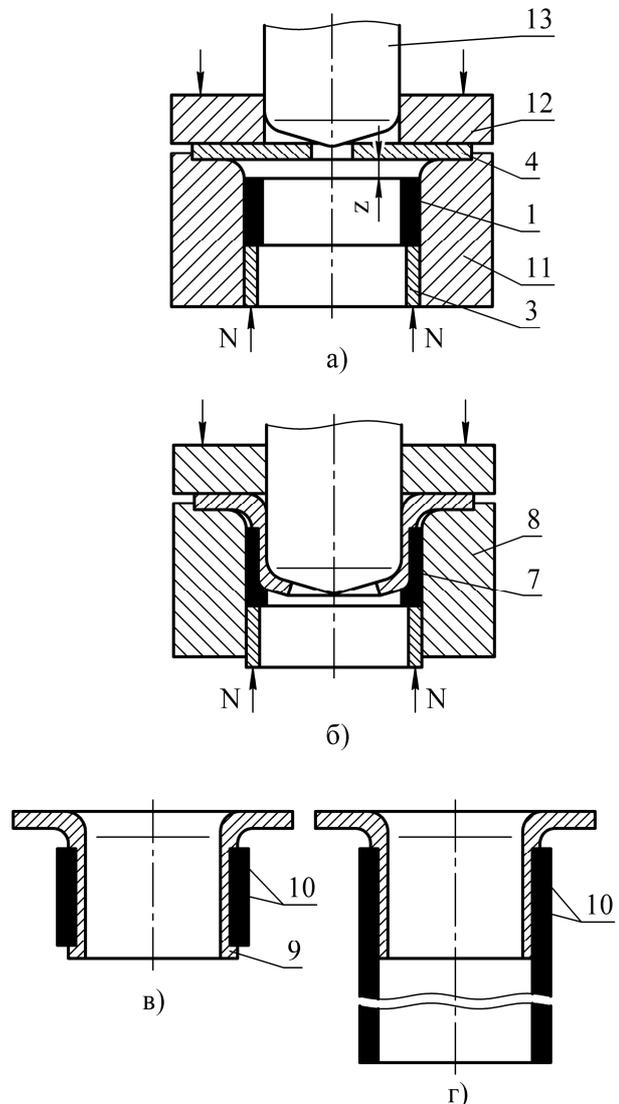


Рис. 3. Схема получения двухслойного изделия отбортовкой:
 а – исходное положение заготовки;
 б – промежуточное положение; в – двухслойный фланец с короткой трубой; г – двухслойный фланец с длинной трубой

По окончании деформирования пакета готовое изделие 10 извлекали из штампа.

Аналогичным образом получали двухслойные изделия, выполняя отбортовку внутреннего контура диска с отверстием (рис. 3).

Изделия, получаемые по предлагаемому способу, в зависимости от длины трубчатой заготовки, могут быть двух видов:

– изделия с длиной трубчатого слоя меньше длины получаемого листового полуфабриката (рис. 2, в и 3, в);

– изделия с трубчатым слоем, длина которого превышает длину листового полуфабриката (рис. 2, г и 3, г).

Изделия I вида могут отличаться по месту расположения трубчатого слоя относительно листового полуфабриката: симметричное, трубчатый слой смещен к торцевой части листового полуфабриката, трубчатый слой смещен к донной или фланцевой части листового полуфабриката. Трубчатая заготовка может быть сборной, состоящей из набора колец требуемой высоты. Достаточным условием для получения изделий с заданным расположением трубчатого слоя является установка расчетной величины начального зазора z , но не менее радиуса оправки между торцами трубчатой и листовой заготовок.

В изделиях I вида с внутренним трубчатым слоем (рис. 3) в качестве трубы могут быть использованы свертные втулки. Это упрощает получение трубчатой заготовки.

Для увеличения прочности соединения слоев в изделиях II вида на трубчатой заготовке можно предварительно изготавливать кольцевую канавку вблизи торцевой поверхности листового полуфабриката. В этом случае получается прочное неразъемное соединение слоев за счет образования утолщения, которое формируется, как и для изделий I вида, в кольцевую полость трубчатой заготовки.

Для предотвращения взаимного поворота слоев в изделиях, типа подшипников скольжения на сопряженной с листовым полуфабрикатом поверхности трубчатой заготовки, можно предварительно выполнять, по меньшей мере, один продольный паз либо специально подготавливать кромки у свертной втулки. При деформировании пакета заготовок этот паз будет заполняться материалом заготовки смежного слоя.

Приложение дополнительного осевого усилия к свободному торцу трубчатой заготовки в процессе совместного утонения является обязательным условием, так как только в этом случае изделия получают с заданным расположением трубчатого слоя относительно листового полуфабриката. Отсутствие дополнительного осевого усилия приводит к «сползанию» трубчатого слоя по оправке, в результате

чего изделия получаются некачественными, а в некоторых случаях вообще невозможно получить двухслойное изделие.

Проводилась опытная проверка способа в штампе для вытяжки и отбортовки листовых заготовок с пружинным буфером. Испытания проводились на гидравлическом прессе 1 МН.

При вытяжке заготовками служили диски из нержавеющей стали марки X18H9T, меди М1, латуни Л63 и трубки из аналогичных материалов или свертные втулки из бронзы марок БрОФ 6,5-0,15 и БрОЦС 4-4-2,5.

Размеры заготовок:

– листовые – диаметр диска – 42 мм, толщина 1,0–1,5 мм;

– трубчатые – внутренний диаметр 20 мм, толщина 0,8–1,0 мм, длина 20 и 35 мм.

При изготовлении двухслойных изделий отбортовкой использовали кольца из стали X18H9T, латуни Л63, меди М1, трубки из стали X18H9T, латуни Л63, бронзы БрОФ 6,5-0,15.

Размеры заготовок:

– листовые – наружный диаметр 120 и 75 мм, диаметр отверстия – 34 и 15 мм соответственно, толщина – 3,5 и 1,5 мм;

– трубчатые – наружный диаметр 68 и 32 мм, толщина стенки 1 мм, длина 14, 10 и 40 мм.

Перед деформацией заготовки отжигали, подвергали травлению и очистке по известной технологии. Вытяжку заготовок выполняли на матрице $d_m = 23$ мм, на пуансоне-оправке $d_n = 20$ мм. Величину начального дополнительного усилия к торцу трубчатой заготовки изменяли в пределах от 200 до 800 кг.

Заключение

1. Во всех случаях двухслойные изделия имели прочное соединение слоев за счет образования утолщений на торце трубчатой заготовки при получении двухслойных изделий с коротким трубчатым слоем и заполнения канавки на длинной трубке вблизи торца листового полуфабриката.

2. Начальный зазор между торцами трубчатой и листовой заготовки сохраняется в двухслойном изделии независимо от сочетания обрабатываемых материалов.

3. Величина дополнительного осевого усилия находилась в пределах 4...8 кН в зависимости от расположения материалов в изделии. Общее усилие деформирования не превышало 40...50 кН.

Литература

1. Король, В. К. Основы технологии производства многослойных металлов [Текст] / В. К. Король, М. С. Гильденгорн. – М. : Металлургия, 1970. – 236 с.

2. Гильденгорн, М. С. Исследование процесса холодного прессования биметаллических труб

[Текст] / М. С. Гильденгорн // Кузнечно-штамповочное производство. – 1966. – № 3. – С. 15–18.

3. Пневмоударная и статикодинамическая штамповка сложнорельефных листовых деталей упругими средами [Текст]: моногр. / Е. А. Фролов, А. Я. Мовшович, И. В. Манаенков и др. – Х. : Укр-ГАЗТ, – Краматорск : ДГМА, изд. центр НТУ «ХПИ», 2010. – 286 с.

Поступила в редакцию 24.02.2014, рассмотрена на редколлегии 12.03.2014

Рецензент: д-р техн. наук, проф., проф. кафедры интегрированных технологий и сварочного производства А. Я. Мовшович, Украинская инженерно-педагогическая академия, Харьков.

ЕФЕКТИВНІ СПОСОБИ ВИГОТОВЛЕННЯ ДВОШАРОВИХ ТОНКОСТІННИХ ВИРОБІВ

Є. А. Фролов, С. І. Кравченко, О. В. Бондар, А. М. Пірнат

Запропоновано та апробовано нові ефективні схеми отримання двошарових виробів із різних матеріалів шляхом прикладання додаткового тиску до матеріалу з меншою величиною границі текучості. Дослідна перевірка способу проводилася у штампі для витягування та відбортовки листових заготовок із пружинним буфером. Якість виготовленого виробу досягається за рахунок зменшення величини нерівномірності деформації при спільному обробленні потоншенням двошарових заготовок шляхом застосування технологічних операцій витягнення або відбортовки в інструментальних штампах.

Ключові слова: двошарові вироби, способи виготовлення, деформація, витягнення, відбортовка, схеми операцій.

EFFECTIVE METHODS OF MAKING THE DOUBLE-LAYER THIN-WALLED WARES

Ye. A. Frolov, S. I. Kravchenko, O. V. Bondar, A. M. Pirnat

The new effective charts of receipt of double-layer wares offer and approved from different materials by the appendix of additional pressure to material with the less size of limit of the fluidity. An experience verification of method was conducted in a stamp for extraction and deflanging of sheet purveyances with a spring buffer. Quality of the made good is arrived at due to reduction of size of unevenness of deformation under joint treatment thinning of double-layer purveyances by application of technological operations of extraction or deflanging of internal contour in instrumental stamps.

Keywords: double-layer wares, methods of making, deformation, extraction, deflanging, charts of operations.

Фролов Евгений Андреевич – д-р техн. наук, проф., заведующий кафедрой технологии машиностроения, Полтавский национальный технический университет им. Юрия Кондратюка, Полтава, Украина.

Кравченко Сергей Иванович – канд. техн. наук, доцент кафедры технологии машиностроения, Полтавский национальный технический университет им. Юрия Кондратюка, Полтава, Украина.

Бондарь Олег Валентинович – аспирант кафедры технологии машиностроения, Полтавский национальный технический университет им. Юрия Кондратюка, Полтава, Украина, e-mail: kaftchmash@inbox.ru.

Пирнат Артур Михайлович – ассистент кафедры технологии машиностроения, Полтавский национальный технический университет им. Юрия Кондратюка, Полтава, Украина, e-mail: a.pirnat@mail.ru.