

УДК 621.774.7

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ТРУБ ДАВЛЕНИЕМ ЭЛАСТИЧНЫХ И СЫПУЧИХ СРЕД ДЛЯ ГИДРОГАЗОВЫХ СИСТЕМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

© 2011 С.Б. Марьин

Комсомольский-на-Амуре Государственный технический университет

Поступила в редакцию 12.05.2011

Приведено описание технологических процессов изготовления деталей из трубных заготовок с применением эластичных и сыпучих рабочих тел.

Ключевые слова: деформирование, трубчатые заготовки, эластичные и сыпучие рабочие тела.

Трубопроводы относятся к конструкциям, широко применяющимся во многих отраслях народного хозяйства: в самолето- и судостроении, машиностроении, нефтегазовой промышленности и т.д. Это объясняется тем, что трубное круглое сечение является весьма рациональным как по площади проходного сечения, так и по его жесткости.

Среди всего разнообразия деталей летательных аппаратов значительное место занимают детали элементов гидрогазовых систем (патрубки, фитинги, тройники, переходники и др.), почти все они производятся с помощью операций гибки, формовки, раздачи, обжима и др. При этом в качестве рабочего инструмента (пуансона), деформирующего трубу, могут быть использованы различные типы сред (жидкостные, газообразные, эластичные и сыпучие).

Проведенный конструктивно-технологический анализ (табл. 1), показал, что элементы трубопроводов имеют диаметры от 6 до 100 мм, радиусы изгиба равные 0,5 диаметра патрубка, соотношением одного диаметра к другому до 2-х раз. Кроме того, необходимо добавить, что изготовление представленных деталей производится из трубчатых заготовок, толщиной стенки от 0,5 до 2,5 мм.

Деформирование трубчатых заготовок давлением жидкости или газа ведет к усложнению штамповой оснастки, увеличивает металлоемкость конструкции и усложняет сборку устройства, а также приводит к необходимости герметизации рабочей среды, находящейся под высоким давлением, что требует применения специальных сложных систем уплотнений, которые ограничивают технологические возможности штамповки деталей и ухудшают условия работы с монтажом и демонтажем заготовки в штампе.

Поэтому в последнее десятилетие в связи с необходимостью непрерывной модернизации изделий на первый план выходят задачи пластичес-

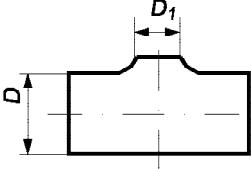
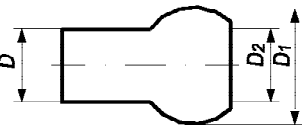
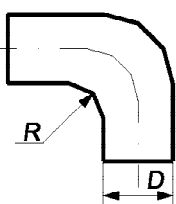
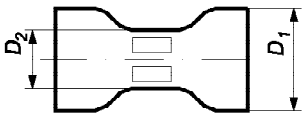
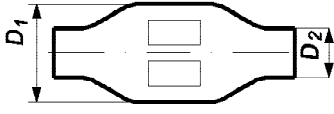
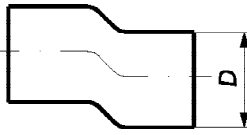
кого деформирования, в которых используются универсальные формообразующие элементы штамповой оснастки. В этом отношении большой интерес представляют процессы формообразования элементов гидрогазовых систем эластичными и сыпучими рабочими телами, которые состоят из стержней, гранул или зерен (рис. 1).

Исследование кинематических процессов поведения различных типов наполнителей при нагружении показали, что поле распределения давлений во внутреннем объеме трубчатых заготовок существенно неравномерно, поэтому эффективный рабочий орган, используемый в процессе формообразования трубчатых заготовок должен иметь хорошие реологические свойства (быстротекучесть); высокую пластичность и вязкость; высокую способность создания внутреннего равномерно распределенного давления с целью передачи давления по всему объему металла; легкость размещения в заготовке и удаления из готовой детали.

На рис. 2 показано устройство и рабочее тело для раздачи трубы. Устройство работает следующим образом. В рабочую полость жестких полуматриц 1, закрепленных на столе прессы, вставляется трубная заготовка 2. Затем полуматрицы сжимаются боковым усилием для предотвращения их раскрытия в процессе штамповки. Внутри заготовки устанавливается рабочее тело, состоящее из эластичной оболочки 3 и наполнителя в виде эластичных гранул и смазки 4, а с торца трубы устанавливается нажимной пуансон 5, который давит с усилием P на рабочее тело, и трубная заготовка под действием давления q принимает форму жесткой матрицы. Наличие эластичной оболочки в предлагаемом рабочем теле позволяет использовать жидкие смазки, при которых трение между гранулами значительно снижается. Использование смазки между эластичными гранулами способствует снижению трения между гранулами и, как следствие, более свободному перемещению их относительно друга, что

Марьин Сергей Борисович, кандидат технических наук, доцент. E-mail: office@knastu.ru.

Таблица 1. Классификатор деталей гидрогазовых систем ЛА, изготавливаемых из трубчатых заготовок давлением эластичных сред

Тип	Эскиз элемента	Название	Характеристика детали	Возможная технология
I		Тройник	$D=20 \dots 100$ мм $D_1 \leq D$	Формовка посредством эластичной среды
II		Законцовка	$D = 15 \dots 70$ мм $D_1 / D_2 \leq 1,8$	Раздача посредством эластичной среды
III		Крутоизогнутый патрубок	$D=20 \dots 100$ мм $R = 1,0 \dots 0,5D$	Гибка вталиванием в жесткую матрицу с эластичным наполнителем
IV		Кожух	$D=20 \dots 100$ мм $D_1 / D_2 \leq 1,3$	Обжим эластичной средой с последующей пробивкой отверстий полиуретаном
V		Муфта	$D_1 / D_2 \leq 1,3$	Раздача эластичной средой с последующей пробивкой отверстий полиуретаном
VI		Ступенчатый патрубок	$D=20 \dots 100$ мм	Проталкивание в жесткую матрицу с эластичной средой

обеспечивает равномерную передачу давления в зону раздачи трубы. Разработанное устройство и рабочее тело позволяет снизить себестоимость изготавливаемых деталей из труб за счет простоты используемой оснастки при обеспечении необходимых стабильных механических свойств изделия, значительных степеней формоизменения, минимальных утонений стенок, высокого качества внутренней и внешней поверхностей.

Для изготовления деталей трубопроводов наряду с традиционными материалами, такими как алюминиевые сплавы (АМг2, АМг3, АМг6,) и стали (12Х18Н10Т, ВНС2), все шире используются

титановые сплавы (ОТ4, ОТ4-1, ПТ-7), особенно для систем ответственного назначения. Технологические возможности раздачи жидкостью и эластичной средой для титановых сплавов весьма ограничены, поэтому наиболее часто применяемым способом интенсификации является использование нагрева заготовки в процессе деформирования до температур 800-980 °С, обеспечивающих повышение пластических свойств материала. При этом осуществление процесса деформирования при температурах более 400 °С, как правило, сопровождается разрушением пуансона, выполненного из резины или поли-

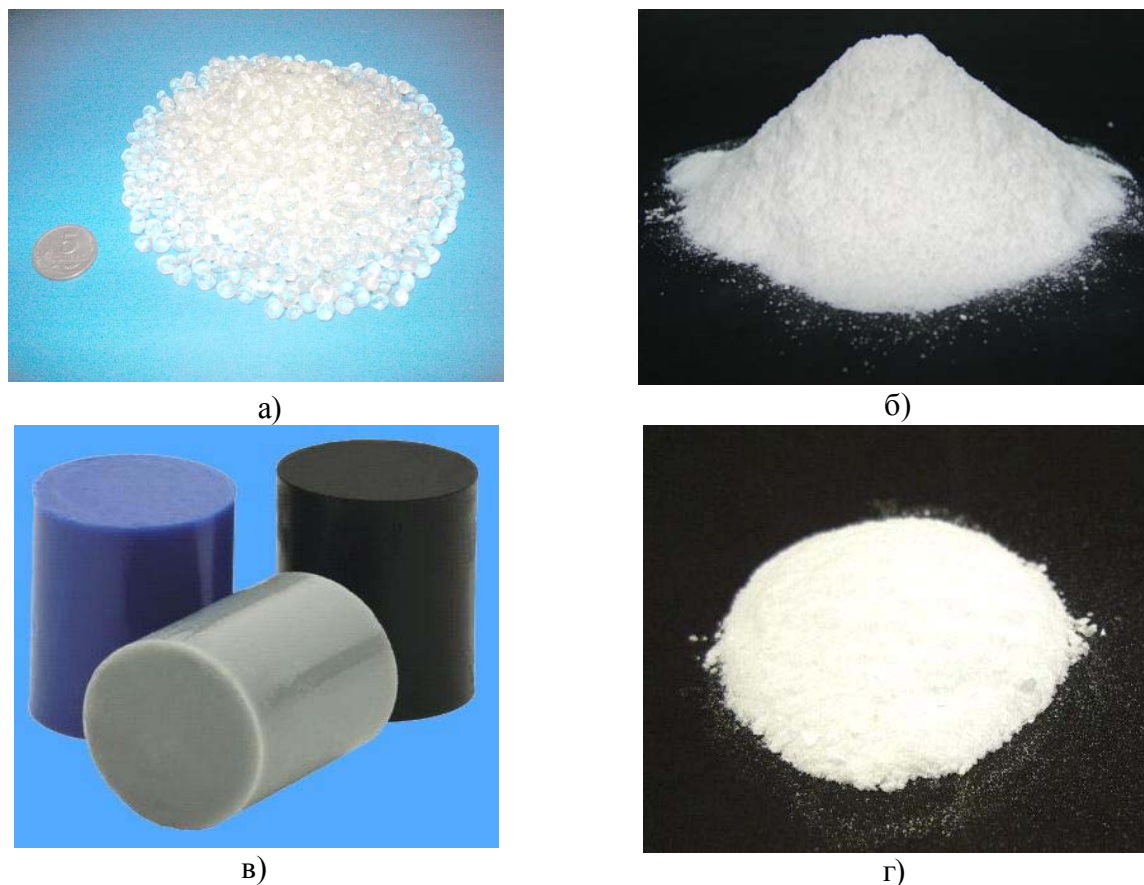


Рис. 1. Рабочие тела из различных типов сред:

а – гранулированный полиуретан марки ВИТУР Т-0433-85; б – сернокислый калий ГОСТ 4145-84; в – стержни из резины марки 3826, полиуретана марки СКУ-7Л, сплава технического сорбита с глицерином; г – порошок фторопласта марки Ф-3М

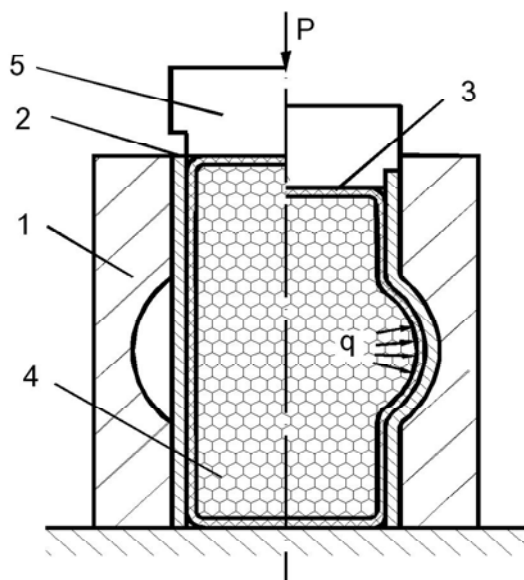


Рис. 2. Схема устройства для раздачи труб:

1 – полуматрицы; 2 – трубная заготовка; 3 – эластичная оболочка; 4 – наполнитель; 5 – пуансон

уретана. Таким образом, необходимо применение в качестве рабочего тела термостойкой резины или сыпучих термостойких материалов. Однако использование сыпучих материалов в качестве рабочих тел для передачи усилия при раздаче тре-

бует дополнительных устройств, например, вибрационных или псевдосжижающих.

Для решения данной проблемы целесообразно использование устройства с применением комбинированного эластичного и сыпучего рабочего тела при электротермическом воздействии на заготовку, которое показано на рис. 3.

Устройство работает следующим образом. В подготовленную матрицу 1 вставляют трубную заготовку 7, внутрь которой устанавливают эластичный стержень 5 (например, из резины), засыпая его сыпучим неэлектропроводным материалом с низким коэффициентом теплопроводности, например, порошком дисульфида молибдена, после чего устанавливают пуансон 4. Посредством перемещения ползуна пресса (не показан) с усилием P перемещается пуансон 4. От пуансона 4 это усилие передается на эластичный стержень 5 через сыпучий материал 6, в результате чего эластичный стержень 5 деформируется, передавая усилие P через сыпучую среду 6 на стенки трубной заготовки 7. Перемещение пуансона 4 приводит к замыканию цепи трансформатора 8 и осуществляется электроконтактный нагрев заготовки 7 и формообразование детали. При ходе ползуна вверх происходит размыкание цепи

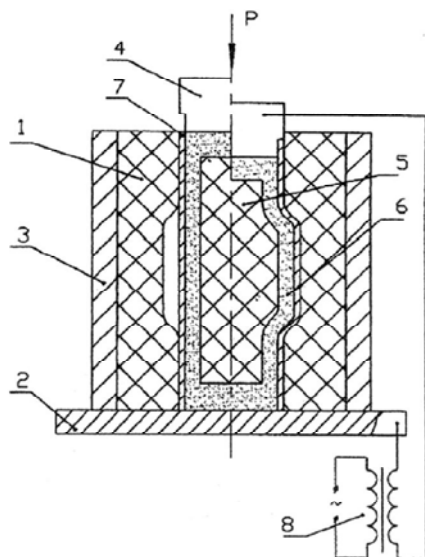


Рис. 3. Схема устройства для раздачи труб с электроконтактным нагревом:

1 – матрица; 2 – основание; 3 – обойма; 4 – пуансон; 5 – эластичный стержень; 6 – сыпучая термостойкая среда; 7 – трубчатая заготовка; 8 – трансформатор

трансформатора 8 электроконтактного нагрева. Затем происходит разборка матрицы 1, выемка готовой детали 7 и рабочего тела.

Использование комбинации сыпучего термостойкого материала и эластичного стержня в рабочем теле ведет к упрощению штамповой оснастки, позволяет обеспечить равномерную передачу давления по всем зонам деформирования заготовки при разогреве заготовки непосредственно в штампе.

Штамповка эластичными средами является одним из наиболее универсальных способов об-

работки тонколистовых материалов и используется при изготовлении деталей, выпускаемых в количестве от 10 до 20 тысяч штук в год.

Разработанные процессы внедрены на ОАО «Комсомольское-на-Амуре авиационное производственное объединение имени Ю.А. Гагарина», во многих случаях они оказались безальтернативными для вновь запускаемых в производство деталей. Формообразование деталей из трубчатых заготовок при оптимальных параметрах позволило сократить объем ручных работ в 1,5-2 раза, улучшить точность на 1-2 качества. На предприятии принято решение о переводе 10 % листовых деталей на трубчатые заготовки.

Основными статьями эффективности освоения процессов формообразования деталей из трубчатых заготовок в серийном производстве явились:

- экономия заработной платы производственных рабочих;
- снижение затрат на изготовление штампов в 1,5-2 раза;
- экономия металла при штамповке деталей на 10-15 %;
- снижение потерь от брака в 1,2-1,5 раза.

Для разных классов деталей себестоимость снизилась в 1,1-1,5 раза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Патент 2205086 РФ, МКИ С2 7 В 21 D D 41/02, 22/10. Рабочее тело для передачи усилия при раздаче трубы / *Марьин С.Б.* Оpubл. 27.05.03. Бюл. № 15.
2. Патент 2252832 РФ, МКИ С2 7 В 21 D 7/16, 22/10. Штамп для формовки трубчатых заготовок / *Марьин С.Б.* Оpubл. 20.05.2005. Бюл. №15

MANUFACTURING OF DETAILS FROM PIPES BY PRESSURE OF ELASTIC AND FRIABLE ENVIRONMENTS FOR THE HYDROGAS SYSTEMS OF AIRCRAFTS

© 2011 S.B. Maryin

Komsomolsk-on-Amur State Technical University

The description of technological processes of manufacturing parts from billets with application-Niemi flexible and granular fluids.

Keywords: deformation, tubular preparations, elastic and loose working bodies.