

УДК 621.7.12

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА РОТАЦИОННОГО ОБЖИМА ТРУБ В ПРОИЗВОДСТВЕ ДЕТАЛЕЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Хейн Вин Зо

ФГБОУ ВПО «Российский государственный технологический университет им. К.Э. Циолковского», Москва, e-mail: taryar4ever@gmail.com

В статье рассмотрены результаты экспериментальных исследований процесса ротационного обжима труб. Представленная работа выполнена на кафедре «Технология производства летательных аппаратов» ФГБОУ ВПО «МАТИ» – Российского государственного технологического университета им. К.Э. Циолковского, где проведены все теоретические и экспериментальные исследования. Трубопроводы работают в условиях сложного нагружения. Они испытывают действия высоких давлений, пульсирующей нагрузки и гидравлических ударов, поэтому к ним предъявляются высокие требования по механическим свойствам материала, качеству внешней и внутренней поверхностей, сохранению формы сечения, а также максимальному утонению стенок трубы. Большая трудоемкость работ на этапе технологической подготовки в производстве летательных аппаратов связана в известной мере с тем, что при изготовлении деталей возможности пластического деформирования исходной заготовки всегда ограничены, поэтому и в теоретическом, и в практическом плане важное значение имеют методы обработки, которые увеличивают предельные деформации заготовки. Это ведет к уменьшению технологических операций и переходов, что в конечном итоге снижает трудоемкость изготовления деталей. Процессы деформирования должны обеспечивать высокие и стабильные механические свойства материала труб, высокое качество внутренней и внешней поверхностей, минимальные утонения стенок и искажения формы сечения трубопроводов. Поэтому исследования в области ротационного обжима являются актуальными.

Ключевые слова: результаты эксперимента процесса ротационного обжима труб

EXPERIMENTAL RESEARCH ON ROTARY CRIMP OF PIPES FOR THE PRODUCTION OF DETAILS OF FLYING VEHICLES

Hein Win Zaw

Moscow State Aviation Technological University, Russian University of Technology, Moscow, e-mail: taryar4ever@gmail.com

The article describes the results of experimental results of rotary crimp. This work performed at the department «Technology of production of aircraft» «МАТИ» – Russian State Technological University. K.E. Tsiolkovsky, which held all the theoretical and experimental studies. Pipelines operate under complex loading. They are experiencing high pressure, pulsating load and water hammer, so they meet high demands on the mechanical properties of the material, the quality of the external and internal surfaces, preserve cross-sectional shape and the maximum thinning of the pipe wall. Much labor-consuming step in the production process of preparation is linked aircraft to a certain extent that the possibility of the manufacture of components of plastic deformation of the original billet is always limited, both theoretically and in practice are important processing methods that increase the limiting deformation of the workpiece. This leads to a reduction of process steps and transitions, which ultimately reduces the complexity of manufacturing details. Deformation processes must ensure high and stable mechanical properties of the pipe material, high quality internal and external surfaces, the minimum wall thinning and distortion of the pipeline section. Therefore, research in the field of rotary crimp are relevant.

Keywords: results of experimental works of rotary crimp of pipes

Представленная работа выполнена на кафедре «Технология производства летательных аппаратов» ФГБОУ ВПО «МАТИ» – Российского государственного технологического университета им. К.Э. Циолковского, где проведены все теоретические и экспериментальные исследования.

Трубопроводы работают в условиях сложного нагружения. Они испытывают действия высоких давлений, пульсирующей нагрузки и гидравлических ударов, поэтому к ним предъявляются высокие требования по механическим свойствам материала, качеству внешней и внутренней поверхно-

стей, сохранению формы сечения, а также максимальному утонению стенок трубы.

Большая трудоемкость работ на этапе технологической подготовки в производстве летательных аппаратов связана в известной мере с тем, что при изготовлении деталей возможности пластического деформирования исходной заготовки всегда ограничены, поэтому и в теоретическом, и в практическом плане важное значение имеют методы обработки, которые увеличивают предельные деформации заготовки. Это ведет к уменьшению технологических операций и переходов, что, в конечном

итоге снижает трудоемкость изготовления деталей.

Процессы деформирования должны обеспечивать высокие и стабильные механические свойства материала труб, высокое качество внутренней и внешней поверхностей, минимальные утонения стенок и искажения формы сечения трубопроводов. Поэтому исследования в области ротационного обжима являются **актуальными**.

При ротационном обжиме труб процесс осуществляется иначе (рис. 1). За-

готовка 1 помещается в зазор между оправкой 2 и давящим роликом 3. Под действием усилия P происходит упругое сжатие стенки заготовки. Обжим заготовки 1 осуществляется путем ее вращения и осевой подачи в профилированный зазор между оправкой 2 и роликом 3, причем вращение и осевое перемещение заготовки осуществляет вращающаяся оправка 2 при отклонении оси вращения заготовки на угол γ от оси вращения оправки (рис. 2).

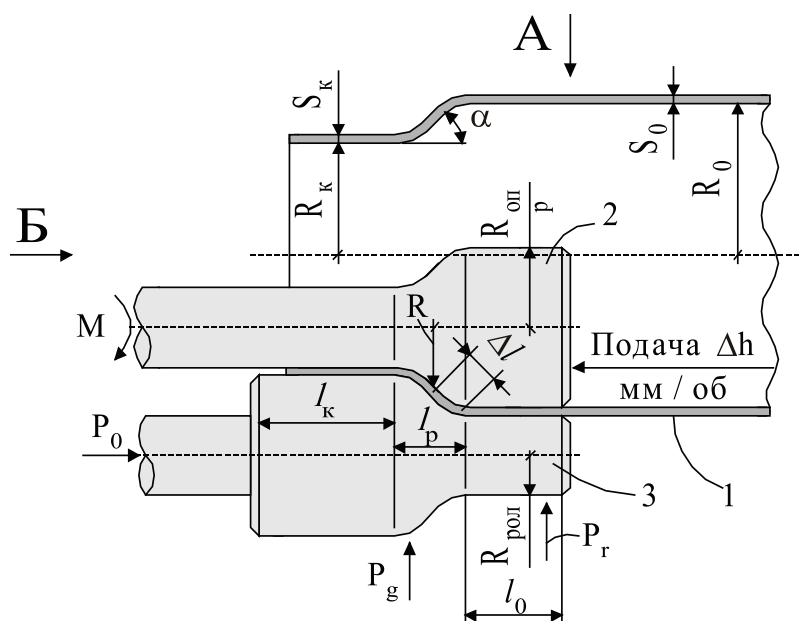


Рис. 1. Схема ротационного обжима труб:
1 – заготовка; 2 – оправка; 3 – ролик

Таким образом, происходит локальное деформирование концевой участка заготовки сначала в нестационарном, а затем в стационарном очаге деформации [3]. Работа, раз-

виваемая внешним моментом M , за исключением потерь на упругое деформирование зоны передачи усилия, полностью идет на формообразование концевой участка трубы.

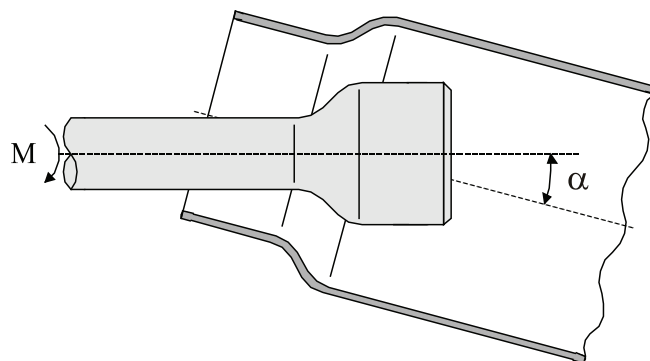


Рис. 2. Схема ротационного обжима труб.
Вид А на рис. 1

Исследования процесса ротационного обжима концевых участков труб проводились на указанной установке по схеме, изображенной на рис. 3. Технологическая оснастка для обжима (оправка и ролик) была выполнена таким образом, что обеспечивала обжим труб со следующими коэффициентами обжима ($K_{об}$):

для труб $\varnothing 60$ мм – $K_{об} = 0,87$;

для труб $\varnothing 50$ мм – $K_{об} = 0,84$;

для труб $\varnothing 42,5$ мм – $K_{об} = 0,81$.

Результаты экспериментов приведены в табл. 1.

Проведенные исследования показали эффективность новых схем деформирования концевых участков труб с целью получения переходников. Предельные возможности здесь на 30–40% выше, чем в традиционных процессах.

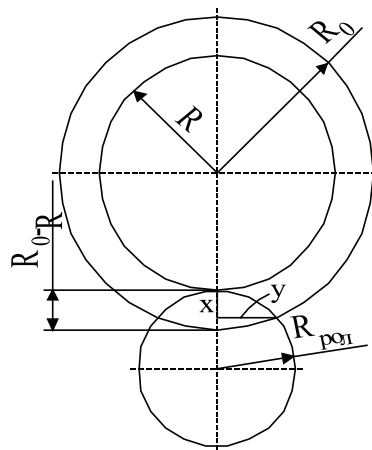


Рис. 3. Расчет площади контакта заготовки и инструмента. Вид Б на рис. 1

Таблица 1

Результаты экспериментов по ротационному обжиму труб ($\alpha = 30^\circ$, $l_0 = 30$ мм, $l_k = 10$ мм)

| № п/п | Материал заготовки | Размеры, мм | Максимальное усилие, кН | Время обработки, с | Подача, мм/об | Получаемый диаметр трубы, мм |
|-------|--------------------|-------------|-------------------------|--------------------|---------------|------------------------------|
| 1. | Сталь Ст.3 | 60×3,5 | 9,0/8,0 | 70 | 0,4 | 54,0 |
| 2. | Сталь Ст.3 | 42,5×3,5 | 13,0/12,2 | 30 | 0,6 | 34,5 |
| 3. | АМг6М | 50×2,25 | 5,0/4,3 | 38 | 0,6 | 42,0 |

Таблица 2

Результаты предварительных экспериментов

| Материал заготовки | Размеры, мм | Погонное усилие деформирования, кг/мм | Время обработки, с | Диаметр получаемого раструба, мм |
|--------------------|-------------|---------------------------------------|--------------------|----------------------------------|
| Сталь Ст.3 | 60×3,5 | 118,0 | 22 | 38 |
| Сталь Ст.3 | 60×3,5 | 128,0 | 15 | 40 |
| Сталь Ст.3 | 60×3,5 | 96,0 | 32 | 35 |
| Сталь Ст.3 | 42,5×3,5 | 102,6 | 15 | 30 |
| Сталь Ст.3 | 42,5×3,5 | 60 | 60 | 30 |
| АМг6М | 50×2,25 | 90 | 8 | 35 |
| АМг6М | 50×2,25 | 70 | 10 | 40 |
| АМг6М | 50×2,25 | 50 | 15 | 45 |
| АМг6М | 50×2,25 | 50 | 11 | 46 |

Таблица 3

Размеры длин «a» и «b» контактной поверхности для полосы

| № п/п | Марка материала, размер заготовки | Ширина полосы L, мм | Усилие P, кг | Размер «a», мм | Размер «b», мм | Толщина в зоне контакта, мм |
|-------|-----------------------------------|---------------------|--------------|----------------|----------------|-----------------------------|
| 1 | АМг6М, полоса, толщина 2,0 мм | 20 | 500 | 1,5 | 1,55 | 2,2 |
| | | 20 | 1000 | 2,06 | 2,65 | 2,1 |
| | | 20 | 1500 | 3,00 | 3,8 | 2,2 |
| | | 20 | 2000 | 3,65 | 3,68 | 2,2 |
| | | 20 | 2500 | 4,61 | 5 | 2,3 |

Таблица 4

Размеры длин «a» и «b» контактной поверхности для полосы

| № п/п | Марка материала, размер заготовки | Ширина полосы L, мм | Усилие P, кг | Размер «a», мм | Размер «b», мм | Толщина в зоне контакта, мм |
|-------|-----------------------------------|---------------------|--------------|----------------|----------------|-----------------------------|
| 1 | Д16Т, полоса, толщина 1,0 мм | 20,0 | 1000 | 1,7 | 1,2 | 1 |
| | | 20,0 | 1500 | 2 | 1,85 | 1,2 |

Таблица 5

Размеры длин «а» и «b» контактной поверхности для трубы

| № п/п | Марка материала, размер заготовки | Ширина кольца L , мм | Усилие P , кг | Размер «а», мм | Размер «b», мм | Толщина в зоне контакта, мм |
|-------|-----------------------------------|------------------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------------------|
| 1 | АМг6М, труба, Ø50×2,0 мм | 25,0 | 1000 | 1,9 | 2,05 | 2 |
| | | 25,0 | 2000 | 2,5 | 2,35 | 2 |
| | | 25,0 | 3000 | 3,6 | 3,4 | 1,9 |

Примечание. Размер «b» – по внешней поверхности. Из таблиц видно, что размеры геометрического контакта «а» и «b» близки друг к другу и слабо зависят от формы заготовки и диаметров давящих оправок.

Вывод

В результате предварительных экспериментов было установлено, что возможности ротационного обжима в 1,2–1,5 раза повышают предельные деформации заготовки по сравнению с обжимом на матрице, причем большее значение играет время обработки, чем оно меньше (больше деформирующее усилие), тем выше возможности формоизменения.

Список литературы

1. Попов Е.А., Ковалев В.Г., Шубин И.Н. Технология и автоматизация листовой штамповки. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. – 480 с.
2. Листовая штамповка. Расчет технологических параметров. Справочник / В.И. Ершов, О.В. Попов, А.С. Чумадин и др. – М.: Изд-во МАИ, 1999. – 516 с.
3. Сторожев М.В., Попов А.Е. Теория обработки металлов давлением. – М.: Машиностроение, 1977. – 423 с.
4. Чумадин А.С., Буриштейн Н.М., Архипов В.Н. Способ изменения диаметра концевой участка трубы. Патент РФ № 2104112, 1998.
5. Абибов А.Л., Бирюков Н.М., Бойцов В.В. и др. Технология самолетостроения. – М.: Машиностроение, 1970. – 499 с.
6. Листовая штамповка. Расчет технологических параметров. Справочник / В.И. Ершов, О.В. Попов, А.С. Чумадин и др. – М.: Изд-во МАИ, 1999. – 516 с.
7. Хейн Вин Зо Математическое моделирование процесса ротационного обжима концевой участка трубы // Наукоедение: электронное научно-техническое издание. Вып. 6 – 2013 (19) – ноябрь – декабрь, идентификационный номер статьи в журнале: 62TVN613, <http://naukovedenie.ru>.

References

1. Popov E.A., Kovalev V.G., Shubin I.N. Technology and automation stamping. – Moscow: Publishing House of the MSTU. NE Bauman, 2003. 480 p.
2. Stamping. Calculation of process parameters. Directory / V.I. Ershov, O.V. Popov, A.S. Chumadin etc. – M.: Publishing house MAI, 1999. 516 pp.
3. Storojev M.V., Popov A.E. Theory of Metal Forming. M.: Engineering, 1977. 423 p.
4. Chumadin A.S., Burstein N.M., Arhipov V.N. Way of change of diameter of a trailer site of a pipe. No. 2104112, 1998 patent Russian Federation.
5. Abibov A.L., unsociable persons of H.M., Fighters of B.B., etc. Technology of aircraft construction. M: Mechanical engineering, 1970. 499 p.
6. Sheet stamping. Calculation of technological parameters. Directory / Century. I. Ershov, O.V. Popov, A.S. Chumadin, etc. M.: MAI publishing house, 1999. 516 p.
7. Hein Win Zaw Experimental studies of the process rolling tubes // Forging and stamping production. Materials processing pressure. no. 12, 2007, pp. 11–14.

Рецензенты:

Симаранов С.Ю., д.т.н., профессор, генеральный директор ЗАО «Техноконсалт», г. Москва;
 Гагарина Л.Г., д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Информатика и программное обеспечение вычислительных систем», Национальный исследовательский университет МИЭТ, г. Москва.
 Работа поступила в редакцию 27.12.2014.