

задачах. Опция продольного упругого демпфера формирует одноосный элемент, воспринимающий растяжение и сжатие, имеющий до трех степеней свободы в каждом узле: перемещения в направлении осей X, Y и Z узловой системы координат. При этом свойства изгиба и кручения отсутствуют. Опция крутильного упругого демпфера формирует чистый поворотный элемент с тремя степенями свободы в каждом узле: повороты вокруг осей X, Y и Z узловой системы координат. Свойства изгиба или восприятия продольного усилия отсутствуют. Для элемента упругого демпфера задается масса.

В результате расчета получаем набор данных, соответствующих разным частотам собственных колебаний, каждая из которых имеет свой порядковый номер. BANSYS это выводит следующим образом:

```

***** INDEX OF DATA SETS ON RESULTS FILE *****
SET TIME/FREQ  LOAD STEP  SUBSTEP CUMULATIVE
1  180.10      1          1          1
2  244.14      1          2          2
3  332.34      1          3          3
4  376.43      1          4          4
5  417.38      1          5          5
6  428.92      1          6          6
7  442.19      1          7          7
8  463.41      1          8          8
9  486.13      1          9          9
10 508.76      1         10         10

```

Проводится анализ полученных результатов, определяется вид

Таблица 1. Оценка частотной отстройки трубопровода

Частоты возбуждения, Гц		Собственные частоты трубопровода $f_i$ , Гц				
		180,10	244,14	332,34	376,43	417,38
Запасы по частотам, %						
$f_{св}$	138,33	22,78	76,49	—	—	—
$f_{тк}$	212,86	-15,39	14,69	56,13	76,84	96,08

**АНАЛИЗ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ СВИДЕТЕЛЬСТВУЕТ О ВОЗМОЖНОСТИ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ВКЛЮЧЕНИЯ ЭТАПА РАСЧЕТНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ВИБРАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНОГО ПАКЕТА ANSYS В ПРОЦЕСС ПРОЕКТИРОВАНИЯ. ЭТО ОБЕСПЕЧИТ РЕАЛЬНУЮ ВОЗМОЖНОСТЬ СОКРАЩЕНИЯ СРОКОВ ПОСЛЕДУЮЩЕЙ ВИБРАЦИОННОЙ ДОВОДКИ ЗА СЧЕТ ОПЕРЕЖАЮЩИХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЧАСТОТНОЙ ОТСТРОЙКЕ И ДЕМПФИРОВАНИЮ.**

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМОВКИ КРУТОИЗОГНУТОГО ПАТРУБКА**

собственных форм колебаний исследуемого трубопровода в пространстве.

Для снижения переменных напряжений в трубопроводах, возникающих при воздействии на трубопровод возбуждающих сил от перемещения опор (кинематическое возбуждение) и пульсаций давления в системе, при аэродинамическом и других видах возбуждения, возможно использовать следующие принципы повышения вибрационной надежности трубопроводных систем:

- снижение виброактивности источника колебаний;
- частотную отстройку;
- введение демпфирования в систему (в случае трубопроводов – УДО);
- повышение предела выносливости материала трубопроводов;
- изменение формы колебаний.

Наиболее простыми при реализации являются принципы частотной отстройки и демпфирования. Им соответствует определенная конструкция опор и их расстановка по длине трубопровода.

В таблице 1 приведены вычисленные значения собственных частот  $f_i$ , номинальные частоты вращения ротора турбокомпрессора  $f_{тк}$  и свободной турбины  $f_{св}$ , а также запасы по частоте.

## THE MODELING PROCESS OF THE BENT PIPE EXPANSION

© 2012 Shemonaeva E.S.

In this paper we consider the existing methods of manufacturing such parts as bent pipe. The factors that restrict the ability of processes. A model of the process of obtaining bent pipe, which allows to exclude certain constraints.

Гидравлические, газовые и топливные системы широко используются в современных летательных аппаратах. В местах изгиба или перехода от одного диаметра к другому к ним предъявляются наиболее жесткие требования прочности и жесткости.

В настоящее время формообразование деталей типа крутоизогнутый патрубок из коррозионно-стойких сталей, алюминиевых и титановых сплавов осуществляют различными способами [1-4]:

- гибкой труб в роликах, а также наматыванием на вращающийся копир;
- гибкой в инструментальных штампах;
- гибкой элементов трубопроводов эксцентричным ротационным выдавливанием (раскаткой);
- на листоштамповочных молотах;
- гибкой-раздачей на рогообразном сердечнике;
- гибкой проталкиванием трубной заготовки в жесткую матрицу.

В результате анализа вышеперечисленных способов изготовления крутоизогнутых патрубков, можно выделить факторы, которые создают наибольшие трудности при изготовлении или ограничивают возможности штамповки: возникновение гофр, появление разнотолщинности стенок в местегиба, а также отклонение сечения от заданного контура.

Поэтому необходимо дальнейшее совершенствование существующих

способов формообразования тонкостенных крутоизогнутых патрубков.

С этой целью предлагается способ формовки предварительно изогнутой трубы равномерным давлением деформирующей среды рис.1.

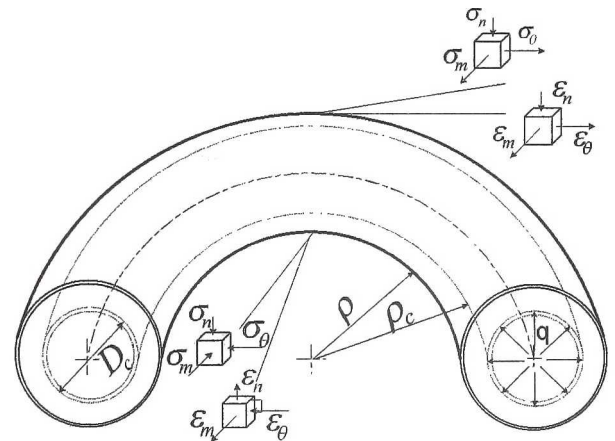


Рис. 1. Схема процесса формовки

Расчет напряженно-деформированного состояния процесса формовки выполнен методом численного решения исходной системы уравнений. Для этого выполнено совместное решение исходных уравнений: уравнения равновесия, условия пластичности, уравнения связи напряжений и деформаций, условия постоянства объема, выражений для расчета интенсивности деформаций и напряжений.

В результате получено дифференциальное уравнение зависимости изменения толщины по радиусу изгиба заготовки.

При моделировании процесса заготовка изначально размечается на кольцевые элементы с заданным шагом. Из условия постоянства объемов объем размеченных кольцевых элементов

заготовки остается постоянным для тех же кольцевых элементов получаемой детали.

Решение задачи можно представить в виде эпюр распределения толщины стенки получаемой детали (рис.2).

Эпюры распределения толщины стенки детали: а) в центре матрицы; б) у внутреннего края матрицы; в) у внешнего края матрицы

На рис.2 видно как первоначальное место установки заготовки влияет на конечное распределение толщины стенки.

В результате способ расчета позволяет прогнозировать и исключать некоторые возможные дефекты.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горбунов М.Н. Технология заготовительно-штамповочных работ в производстве самолетов. Учебник для вузов. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1981. – 224 с.

2. Грошиков А.И., Малафеев В.А. Заготовительно-штамповочные работы в самолетостроении. – М.: Машиностроение, 1976. – 440 с.

3. Лукьянов В.П. исследование процесса штамповки крутоизогнутых отводов из листовых заготовок/В.П. Лукьянов, А.В. Слезовский. – 1969. - №9.

4. Марьин Б.М. Изготовление трубопроводов гидрогазовых систем летательных аппаратов/Б.М. Марьин и др. – М.: Машиностроение, 1998. – 400 с.

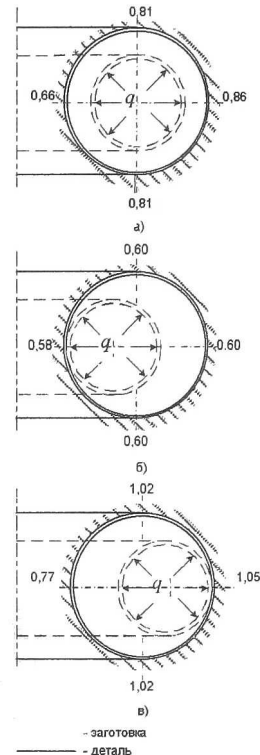


рис.2.

## ВСЕПОГОДНОСТЬ ОПТИЧЕСКИХ КАНАЛОВ УПРАВЛЕНИЯ

© 2012 Шипунов А.Г., Семашкин Е.Н., Макарьева Е.В.

Открытое акционерное общество «Конструкторское бюро приборостроения», Тула

### ALL WEATHER CAPABILITIES OF THE OPTICAL CONTROL CHANNELS

© 2012 Shipunov A.G., Semashkin E.N., Makaryeva E.V.

The article deals with TV cameras and thermal imagers performance under different weather conditions.

Современные каналы наблюдения и сопровождения целей строятся на базе матричных телевизионных и тепловизионных камер. В качестве

типичных представителей таких приборов выбраны [1] телекамера и тепловизоры 3 ÷ 5 и 8 ÷ 12 мкм диапазона французского производства (таблица 1).

Таблица 1 – Основные характеристики приборов наблюдения

Характеристики	Приборы наблюдения			
	Телекамера	Тепловизор MATIS-	Тепловизор MATIS-LR	Длинноволновый тепловизор*