

УДК 621.45.0.002.2

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ ФОРМЫ И РАСПОЛОЖЕНИЯ КОЛЬЦЕВЫХ ЗАГОТОВОК МАЛОЙ ЖЕСТКОСТИ**

© 2011 Т. В. Галузина, А. В. Поляков

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва  
(национальный исследовательский университет)

В программе Ansys V12 была рассчитана модель закрепления тонкостенного кольца в трехкулачковом патроне и исследовано влияние формы кулачков патрона на деформацию заготовок.

*Погрешность формы, заготовка, 3-х кулачковый патрон, мало жесткая деталь, ANSYS.*

При закреплении заготовок в приспособлениях на станке возникают деформации, вызывающие погрешности формы обработанной поверхности, которые влияют на качество при эксплуатации деталей. Особенно сильно эти искажения проявляются при обработке мало жестких деталей ГТД, например, колец корпуса компрессора, турбины и др.

В связи с этим при окончательном формировании цилиндрических поверхностей колец используют различные приемы, связанные с уменьшением коробления заготовок. Для этого используют сырые кулачки, расточенные на определенные размеры базовой поверхности заготовки, используют специальные приспособления, центрирование которых осуществляется по поясам, а крепление - по торцевым поверхностям. Это позволяет уменьшить погрешность, связанную с установкой и обработкой заготовки в технологической системе, но не дает возможности полного устранения погрешностей при обработке мало жестких деталей. Кроме этого, напряженно-деформированное состояние исходных заготовок также влияет на формирование данной погрешности формы. Эта погрешность проявляется как наследственность, полученная в процессе изготовления исходной заготовки. Все это указывает на то, что обеспечение высоких показателей качества является очень важной задачей при изготовлении деталей ГТД, т.к. эти показатели влияют на проходные сечения в трактовой системе компрессора и турбины, на зазоры между лопатками и корпусами, на элементы лабиринтных уплотнений, расход топлива, мощность двигателя и другие показатели.

Для изучения процессов, происходя-

щих при закреплении заготовок в универсальных и специальных приспособлениях, проводятся исследования искажения формы в зависимости от условий и способов закрепления заготовки, при базировании и обработке, а также исследуется влияние наследственности исходной заготовки. Данные задачи можно выполнить с помощью расчетной программы Ansys.

Рассмотрим процесс закрепления и обработки мало жесткого кольца в 3- кулачковом патроне, при этом исследуем процесс установки в сырые расточенные кулачки.

Первый вариант: кулачки расточены на верхнем пределе поля допуска диаметра наружной базовой поверхности заготовки. При этом имеет место точечный контакт заготовки с рабочей поверхностью кулачков патрона.

Второй вариант: кулачки расточены по минимальному диаметру наружной базовой поверхности заготовки, в этом случае будет иметь место мостовой контакт заготовки с рабочей поверхностью кулачков.

Так как задача симметричная - рассматриваем закрепление одного кулачка. Наружный диаметр кольца 510 мм, ширина 45 мм и внутренний диаметр 500 мм. Зажимное усилие принято исходя из усилий, возникающих в процессе обработки -  $P=320$  Н.

В программе Ansys V12 была рассчитана модель закрепления тонкостенного кольца с одним, а затем с двумя фланцами (ребрами жесткости) в трехкулачковом патроне. Так как задача контактная, между кулачком и кольцом создавалась контактная пара.

В программе Ansys создадим геомет-

рию кольца и кулачка. Коэффициент трения принимаем равным 0,3.

Выбираем тип конечного элемента SOLID95 для контактной задачи.

Вводим свойства материала. В этом случае константами будут плотность материала, модуль Юнга и коэффициент Пуассона.

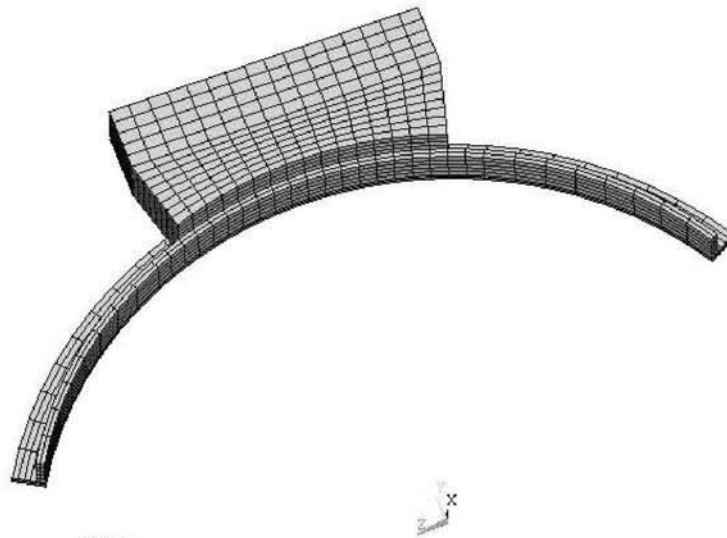
Данное кольцо изготавливается из жаропрочной деформируемой стали на никелевой основе ХН67ВМТЮ со следующими свойствами:  $\rho = 7800 \text{ кг/м}^3$ ;  $E=2,1 \cdot 10^5 \text{ МПа}$  и  $\mu = 0,3$ .

После того, как заданы свойства материала, производится разбиение детали на сетку конечных элементов. Программа Ansys позволяет использовать два вида разбиения - произвольную и упорядоченную. В нашем случае применяется упорядоченная сетка, так как рассматриваемая модель имеет достаточно простую геометрию (рис. 1).

На торец кулачка прикладывается распределенная нагрузка, давление 0,4 МПа (рис. 2). Графическое представление результатов расчета деформированного состояния конструкции приведено на рис. 3, 4.

ELEMENTS

ANSYS 12.0.1



Zamok

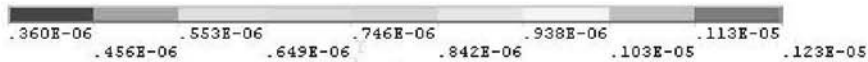
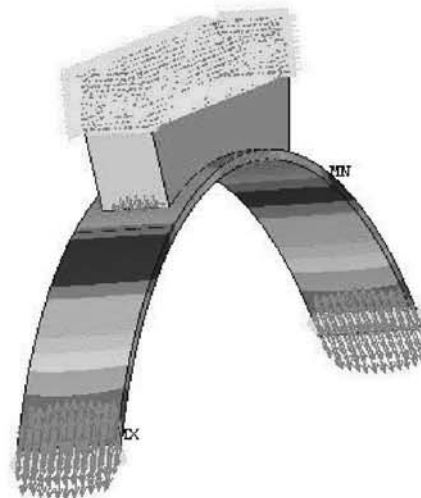
Рис. 1. Создание сетки конечных элементов

MODAL SOLUTION

ANSYS 12.0.1

STEP=1  
SUB =7  
TIME=10  
USUM (AVG)  
RSYS=0  
DMX =.123E-05  
SMN =.360E-06  
SMX =.123E-05

NFOR  
RFOR



тов

Zamok

Рис. 2. Задание нагрузки

В данной работе рассматривается два варианта контакта: точечный с первоначальным зазором 0,03 мм и мостовой контакт.

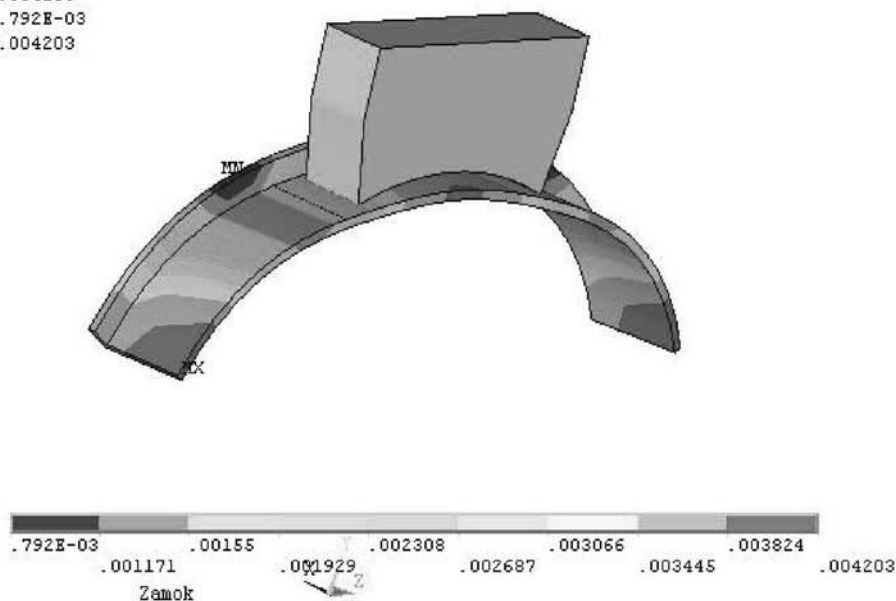
В результате решенной задачи видно, что наибольшие перемещения возникают в

кольце с одним ребром жесткости (рис. 3). Суммарное перемещение будет равным 4,2 мм. В кольце с двумя ребрами жесткости суммарное перемещение составит 1,8 мм (рис. 4).

NODAL SOLUTION

ANSYS 12.0.1

STEP=1  
SUB =7  
TIME=10  
USUM (AVG)  
RSYS=0  
DMX =.004203  
SMN =.792E-03  
SMX =.004203

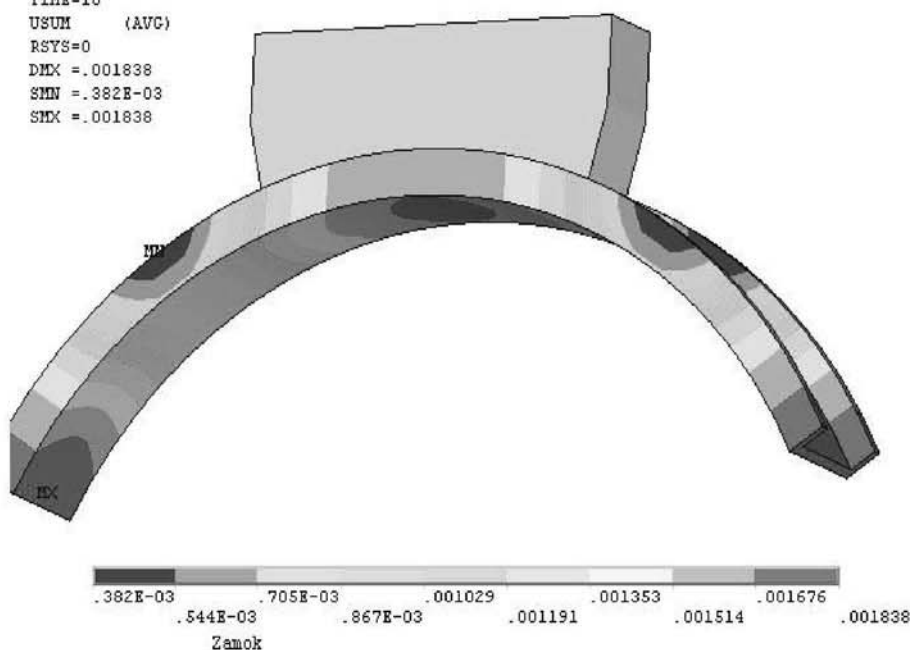


*Рис. 3. Деформация кольца с одним ребром жесткости*

NODAL SOLUTION

ANSYS 12.0.1

STEP=1  
SUB =7  
TIME=10  
USUM (AVG)  
RSYS=0  
DMX =.001838  
SMN =.382E-03  
SMX =.001838



*Рис. 4. Деформация кольца с двумя ребрами жесткости*

На рис. 5, 6 показаны графики зависимости перемещения точек кольца от силы, приложенной к кулачкам.

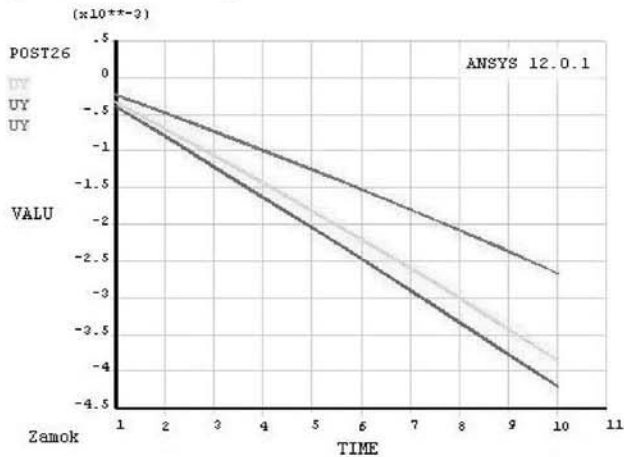


Рис. 5. График зависимости перемещения от силы для кольца с одним ребром жесткости

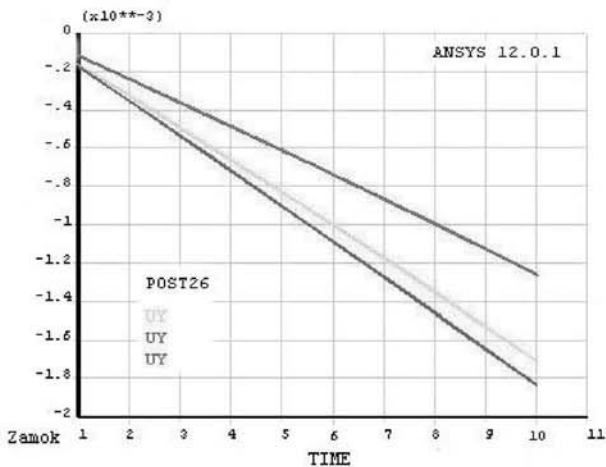


Рис. 6. График зависимости перемещения от силы для кольца с двумя ребрами жесткости

Из рис. 7 видно, что наибольшее перемещение будет в месте касания кулачка с кольцом.

В результате проведенного исследования показана связь между деформациями тонкостенных колец и усилиями зажима при закреплении их в самоцентрирующие зажимные устройства.

Результаты исследования показали, что зазор между кулачком и кольцом под действием силы при любой первоначальной расточке кулачков преобразуется в мостовой.

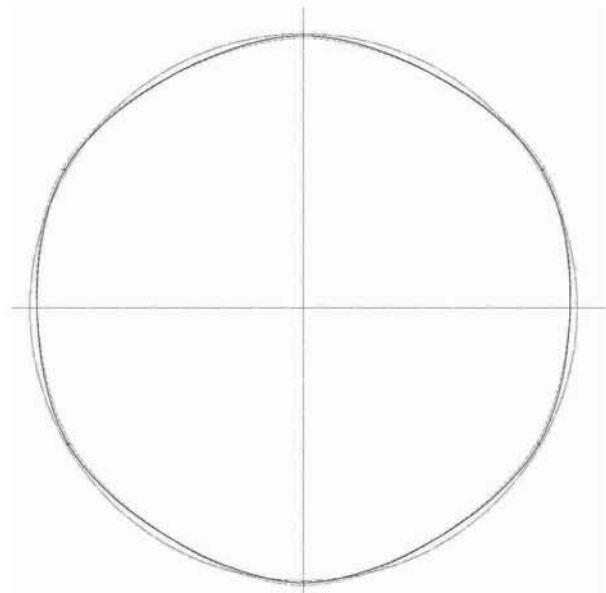


Рис. 7. Погрешность формы кольца по действию зажимного усилия

- эталонное кольцо
- кольцо с двумя фланцами
- кольцо с одним фланцем

Исследовано влияние формы кулачков патрона на деформацию заготовок. Полученные результаты показывают, что с увеличением ширины охватывающей части кулачков деформации заготовок могут быть уменьшены.

Также для уменьшения деформации обрабатываемых заготовок на операциях окончательной обработки нужно применять установку деталей по торцу, уменьшать величину подачи и скорость резания.

Работа выполнена при финансовой поддержке Правительства Российской Федерации (Минобрнауки), на основании постановления Правительства РФ №218 от 09.04.2010.

### Библиографический список

1. Корсаков, В.С. Точность механической обработки [Текст] / В.С. Корсаков - М.: МАШГИЗ, 1961. – 380 с.
2. Каплун, А.Б. ANSYS в руках инженера: Практическое руководство [Текст] / А.Б. Каплун, Е.М. Морозов, М.А. Олферова- М.: УРСС, 2004. – 272 с.

**RESEARCH OF CHANGES IN SHAPE AND LOCATION RING DETAILS  
WITH SMALL RIGIDITY**

©2011 T. V. Galuzina, A. V. Polyakov

Samara State Aerospace University named after academician S.P. Korolyov  
(National Research University)

In the program of Ansys V12 was calculated the model fixing thin-walled rings in three-jaw chuck. Is investigated effect of the shape of vice grip on the deformation of the workpiece.

*Error, workpiece, three-jaw chuck, small rigidity, ANSYS.*

**Информация об авторах**

**Галузина Татьяна Викторовна**, аспирант Самарского государственного аэрокосмического университета имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет). E-mail: [tatjana-galuzina@rambler.ru](mailto:tatjana-galuzina@rambler.ru). Область научных интересов: исследование точности изготовления маложестких деталей.

**Поляков Алексей Викторович**, студент Самарского государственного аэрокосмического университета имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет). E-mail: [polyakov\\_63@mail.ru](mailto:polyakov_63@mail.ru). Область научных интересов: исследование точности изготовления деталей.

**Galuzina Tatyana Victorovna**, engineer of Samara State Aerospace University named after academician S.P. Korolyov (National Research University). E-mail: [tatjana-galuzina@rambler.ru](mailto:tatjana-galuzina@rambler.ru). Area of research: accuracy research problem when manufacturing pads with small rigidity.

**Polyakov Aleksey Victorovich**, student of Samara State Aerospace University named after academician S.P. Korolyov (National Research University). E-mail: [polyakov\\_63@mail.ru](mailto:polyakov_63@mail.ru). Area of research: accuracy research problem when manufacturing pads with small rigidity.