



УДК.: 001.891.54:539.383:62-567.1

**МОДЕЛИРОВАНИЕ СЖАТИЯ РЕЗИНОМЕТАЛЛИЧЕСКОГО  
АМОРТИЗАТОРА В ANSYS  
MODELLING OF COMPRESSION OF THE RUBBER METAL  
SHOCK-ABSORBER IN ANSYS**

**АСКАРБЕКОВ Р.Н.  
КГТУ им. И.Раззакова  
ingener87@mail.ru**

*Резинометаллические амортизаторы (РМА) в процессе эксплуатации испытывают различные деформации. Физико-механические параметры таких деталей возможно определить только проведя эксперимент. В данной статье приводится пример расчета основных физико-механических показателей с помощью моделирования испытания на сжатие резинометаллического амортизатора.*

*Rubber metal shock-absorbers while in service test various deformations. Physics and mechanical parameters of such details, probably to define only are having made experiment. In given article to be resulted the example of calculation of the basic physics and mechanical indicators, by means of modeling of test for compression rubber metal shock-absorbers.*

В лаборатории кафедры «Механика» КГТУ им. И. Раззакова проведены испытания РМА на сжатие, для этой цели были изготовлены различные виды РМА. Также в ходе эксперимента строилась модель РМА. или ее испытания в вычислительном комплексе ANSYS. Ниже приведен расчет РМА, состоящего из 1 слоя резины и двух металлических слоев.

Сжатие является основным видом деформации, большинства резиновых и резинометаллических деталей. Как правило, они представляют собой детали цилиндрической, призматической или конической формы. Торцовые поверхности резиновых элементов обычно крепятся к металлическим пластинам или помещаются в опорные детали тарельчатого типа. В любом случае исключается перемещение торцовых поверхностей. Эффект торцов оказывают большое влияние на работу и расчет резиновых и резинометаллических деталей. Линейная зависимость между напряжением и деформацией в деталях с закрепленными торцами возможна лишь в пределах относительной деформации  $\varepsilon=0,1\div 0,15$ . При отсутствии краевого эффекта (наличие гладкой опорной поверхности и смазки) линейная зависимость наблюдается при  $\varepsilon=0,3\div 0,4$ .



При больших деформациях и наличием краевого эффекта снижающая сила  $F$  связана с деформацией следующей приближенной формулой [1]

$$F = \frac{1}{3}EA\left(\frac{1}{\lambda^2} - \lambda\right), \quad (1)$$

где  $E$  – модуль упругости при малых деформациях;  $A$  – начальная площадь поперечного сечения;  $\lambda = (h-f)/h$  – степень сжатия детали;  $h$  и  $f$  – начальная высота и осадка детали. В уравнении (1) введем коэффициент  $\beta$ , учитывающий краевой эффект, т.е.

$$F = \frac{1}{3}\beta EA\left(\frac{1}{\lambda^2} - \lambda\right) \quad (2)$$

Для деталей, имеющих простые геометрические формы, значение коэффициента  $\beta$  можно получить аналитическим путем [2, 3]. После установления зависимости осадки и нагрузки можно определить жесткость поперечного сечения детали и возникающие в ней напряжения.

Возможности статического прочностного анализа программы ANSYS используются для определения перемещений, напряжений, деформаций и усилий, которые возникают в конструкции или ее составных частях в результате приложения механических сил. Статический анализ пригоден для задач, в которых действие сил инерции или процессы рассеяния энергии не оказывают существенного влияния на поведение конструкции. Такой тип анализа можно использовать во многих приложениях.

В программе ANSYS для решения многочисленных задач статики используются численные методы. Разрешающее уравнение статического анализа записывается в виде

$$[K]\{u\} = \{F\}, \quad (3)$$

где  $[K]$  – матрица жесткостей;  $\{u\}$  – вектор перемещений.

Компоненты вектора сил  $\{F\}$  могут представлять собой сосредоточенные силы, тепловые нагрузки, давления и силы инерции. Статический анализ в программе ANSYS может включать такие нелинейности, как пластичность и ползучесть материала, большие прогибы, большие деформации и контактное взаимодействие. Нелинейный статический анализ обычно выполняется при постепенном возрастании нагрузок, чтобы можно было получить верное решение. [4, 5]

При проведении расчетов или моделирования в ANSYS сначала нужно создать в среде ANSYS необходимый элемент (рис. 1 – объект), далее проводятся составление алгоритма расчета.

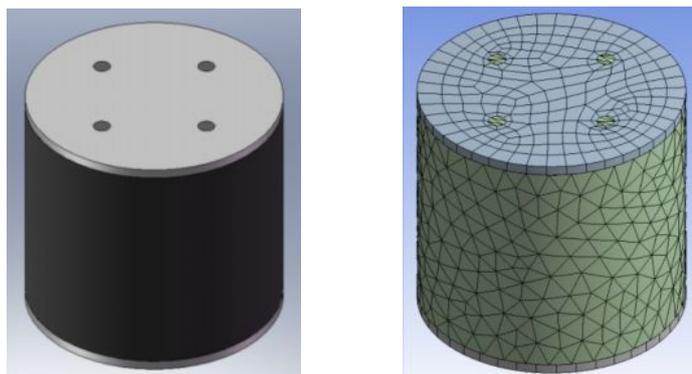


Рис. 1. Общий вид образца и его конечно-элементная сетка.

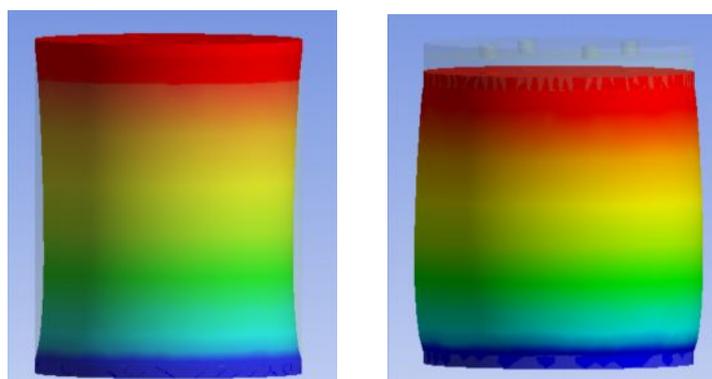


Рис. 2. Моделирование растяжения и сжатия РМА.

Геометрические параметры РМА: высота - 0,1 м, диаметр – 0,105 м, толщина металлических слоев (пластин) – 0,0004 м. Параметры, задаваемые в ANSYS: модуль упругости –  $4200 \text{ кН/м}^2$ , плотность резины –  $13,5 \text{ кН/м}^3$ .

Для проведения расчета данный объект разбивается на конечно-элементную сетку. Величина сетки выбирается самой оптимальной в зависимости от геометрических параметров объекта и задается самой программой (в режиме «авто»). В программной среде ANSYS содержатся формулы, аналитические зависимости, которые позволяют получать численные результаты расчетов. Радужный вид объекта позволяет наглядно увидеть поле деформаций и напряжений, а по приводимой слева шкале можно определить численное значение интересующей области.

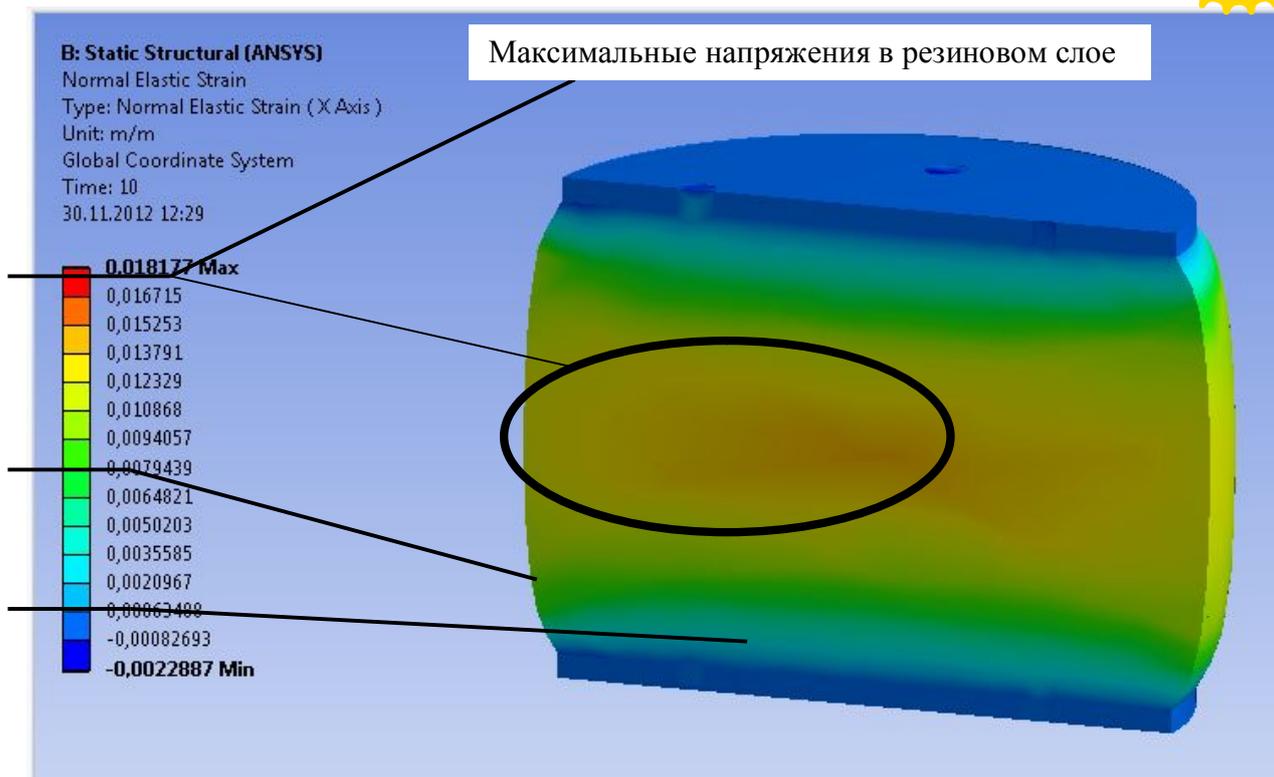


Рис. 3. Разрез образца, который испытывает напряжение при сжатии

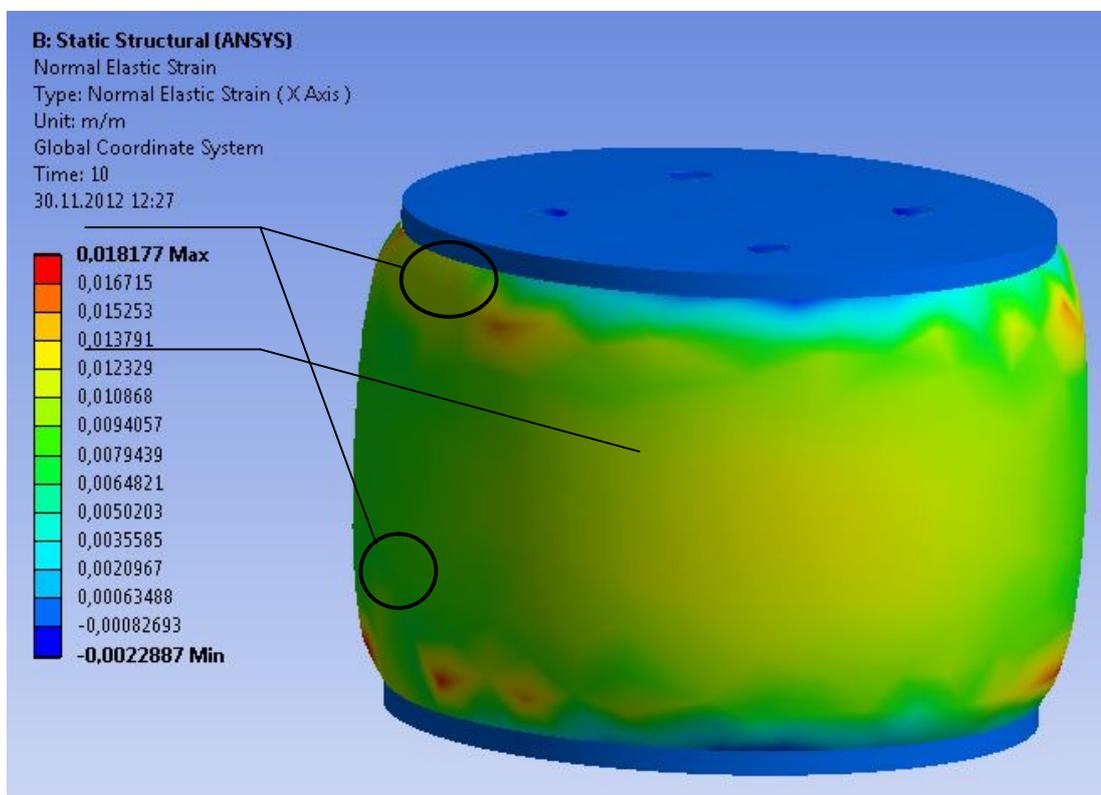


Рис. 4. Распределение деформации в образце

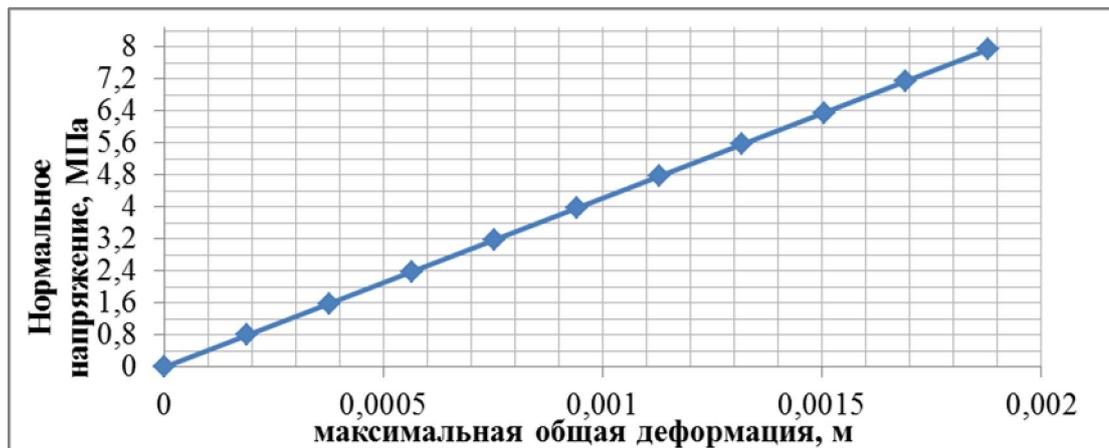


Рис. 5. Диаграмма напряжения и деформации в РМА

Для моделирования сжатия нижний конец РМА закрепили и приложили распределенную нагрузку на верхний торец. На рис. 2 приведена модель РМА в нагруженном виде. Задано 10 этапов нагружений, т.е. нагрузка возрастает постепенно. По радужному виду и по шкале видно, что наиболее деформируются верхние слои РМА. Деформация распределяется сверху вниз.

В данном программном обеспечении можно провести разрез и рассматривать оставшуюся часть в отдельности. На рис. 3 можно рассмотреть распределение зоны напряжений в резиновом слое в поперечном разрезе. Максимальные значения напряжения обозначены красным цветом по шкале, из рисунка видно распределение красного цвета в среднем слое резины.

Из полученных расчетов построена зависимость между напряжением и деформацией для данного вида РМА, которая приведена на рис. 5.

**Вывод.** Расчет РМА численным методом требует меньше времени. В ANSYS имеется стандартный каталог основных параметров материалов, также есть возможность самостоятельно задавать рабочие параметры материала, что делает данный программный продукт более гибким и более реалистичным. Данное программное обеспечение позволяет определить важные физико-механические параметры РМА.

Проведенный расчет в ANSYS позволяет смоделировать поведение резинометаллического образца при сжатии. Преимуществом данного программного обеспечения является его трехмерные возможности.



### Литература

1. Бидерман Л.В. «Вопросы расчета резиновых деталей» Сб. «Расчеты на прочность». Вып. 3, М., Машгиз, 1958, 27 с.
2. Понамарев С.Д. «Расчеты на прочность в машиностроении». Т.П, М., Машгиз, 1958. 544 с.
3. Потураев В.Н. «Резиновые и резинометаллические детали машин». Машиностроение. 1966, 298 с.
4. Басов К.А. Ansys в примерах и задачах/ Под общ. ред. Д.Г. Краковского. – М.: Компьютер - пресс, 2002. -224 с.
5. Басов К.А. Графический интерфейс комплекса Ansys. М.: ДМК - Пресс, 2006.- 248с.