**АННОТАЦИЯ**

Тема: «Моделирование материала с эффектом памяти формы»

Автор: Булдаков П.Ю.

Научный руководитель: Лобода О.С.

 В последнее время в науке, технике и медицине все большее применение находят многофункциональные материалы с заданными свойствами – материалы, которые под действием внешних факторов и условий эксплуатации (температуры, механической нагрузки и т.д.) могут управляемо изменять свои свойства. Безусловно, к таким материалам относятся сплавы с уникальными и совсем недавно неизвестными физико-механическими свойствами – эффектом памяти формы (ЭПФ), явление возврата к первоначальной форме при нагреве после пластической деформации. Это явление наблюдается у некоторых материалов после предварительной деформации в строго определенном для каждого сплава интервале температур. Связан эффект с особым видом пластической деформации –мартенситными превращениями.

 Также сплавы с ЭПФ обладают биологической совместимостью с тканями человеческого организма, что позволяет успешно применять их в медицине уже много лет в качестве материала для изготовления различных медицинских инструментов и имплантатов в виде внутрикостных штифтов, элементов для фиксации костных отломков, стержней и аппаратов для исправления деформации позвоночника, челюстно-лицевых имплантатов, искусственных клапанов сердца, протезов сосудов, эндопротезов в нейрохирургии, кератопротезов в офтальмологии, ортодонтических материалов.

 Данная бакалаврская работа тоже связана с медициной, а если быть точнее, то моделирование сплава с ЭПФ рассмотрено в контексте проекта, в котором изучались функционально-механические свойства сплава, как материла для устройства, устраняющего пролапс митрального клапана. В качестве материала был выбран сплав никелида титана NiTi марки ТН-1. Цель данной работы заключалась в моделировании поведения проволоки из данного сплава при одноосном растяжении.

 В ходе работы экспериментальным путем были изучены функционально-механические свойства проволочных образцов из медицинского никель-обогащенного никелида титана марки ТН-1, как материала для устройства, устраняющего пролапс митрального клапана. По данным эксперимента были проведены расчеты одноосного растяжения двумя методами: микромеханическим подходом Мовчана для сплавов с ЭПФ и методом конечных элементов в программной системе ANSYS Mechanical. При численном решении данной задачи в ANSYS был выбран тип анализа Static Structural (стационарный структурный анализ). Данный тип анализа позволяет определять перемещения, деформации, напряжения и внутренние усилия в теле под воздействием нагрузок медленно меняющихся во времени, которые не вызывают инерционных и демпфирующих эффектов. Материал был задан как нелинейный со свойством сверхупругости. Оба метода показали качественную сходимость с экспериментальными данными. Но стоит отметить, что данные методы решения не учитывают остаточную деформацию. Константами материала, полученными при моделировании одноосного напряжения можно пользоваться и для прогнозирования более сложных деформаций.В дальнейшем в рамках данного проекта планируется моделирование самого устройства, устраняющего пролапс митрального клапана.

Результаты данной работы были представлены на конференции «Сплавы с эффектом памяти формы», посвященной 85-летию В.А. Лихачева и в этом году будут опубликованы в журнале «Materials Today: Proceedings» (цитируется Scopus).

Ключевые слова: эффект памяти формы (ЭФП), пластическая деформация, пролапс митрального клапана.

ANNOTATION

Theme: "Modeling the material with shape memory effect"

Author: Buldakov P.Y.

Supervisor: Loboda O.S.

         Recently, multifunctional materials with prescribed properties are finding increasing use in science, technology and medicine - materials that under the influence of external factors and operating conditions (temperature, mechanical loading, etc.) can be controlled to change their properties. Undoubtedly, such materials include alloys with unique and recently unknown physical and mechanical properties - shape memory effect (SME), the phenomenon of return to the original form during heating after plastic deformation. This phenomenon is observed in some materials after preliminary deformation in a strictly defined temperature range for each alloy. The effect is associated with a special type of plastic deformation-martensitic transformations.

       Also, alloys with SME have biological compatibility with the tissues of the human body, which allows them to be used successfully in medicine for many years as a material for the manufacture of various medical instruments and implants in the form of intraosseous pins, elements for fixing bone fragments, rods and apparatus for correcting deformation of the spine , maxillofacial implants, artificial heart valves, prosthetic vessels, endoprostheses in neurosurgery, keratoprostheses in ophthalmology, orthodontic materials.

       This bachelor's work is also related to medicine, and to be more precise, the simulation of an alloy with an SME was considered in the context of a project in which the functional and mechanical properties of an alloy were studied, as a material for a device that eliminates mitral valve prolapse. As the material, an alloy of nickelide titanium NiTi of TN-1 grade was chosen. The purpose of this paper was to simulate the behavior of a wire from a given alloy under uniaxial tension.

In the course of the experiment, the functional and mechanical properties of wire samples from medical nickel-enriched titanium nickelide TN-1, as a material for a device that eliminates mitral valve prolapse, were studied experimentally. According to the experimental data, uniaxial stretching calculations were performed by two methods: the Movchan's micromechanical approach for alloys with an SME and the finite element method in the ANSYS Mechanical software system. In the numerical solution of this problem in ANSYS, the type of analysis Static Structural (stationary structural analysis) was chosen. This type of analysis allows you to determine the movements, strains, stresses and internal forces in the body under the influence of loads slowly varying in time, which do not cause inertial and damping effects. The material was specified as nonlinear with the property of superelasticity. Both methods showed qualitative convergence with experimental data. But it is worth noting that these methods of solution do not take into account the residual deformation. The material constants obtained in simulating uniaxial stress can also be used to predict more complex deformations. In the future, in the framework of this project, it is planned to simulate the device itself, which eliminates the prolapse of the mitral valve.

The results of this work were presented at the conference "Alloys with shape memory effect", dedicated to the 85th anniversary of V.A. Likhachev and this year will be published in the journal "Materials Today: Proceedings" (quoted by Scopus).

Key words: shape memory effect (SME), plastic deformation, mitral valve prolapse.