

Моделирование поведения силовозбудителя с рабочим телом из сплава с памятью формы и линейным телом смещения.

Научный руководитель – Мовчан Андрей Александрович

Экстер Никита Михайлович

Студент (специалист)

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,
Механико-математический факультет, Кафедра теории пластичности, Москва, Россия
E-mail: ekster2000@inbox.ru

Принцип работы силовозбудителей многократного действия с рабочим телом из сплавов с памятью формы (СПФ) основан на способности этих материалов генерировать так называемые реактивные напряжения при нагреве и соответствующем обратном термоупругом фазовом превращении в стесненном состоянии (рабочий ход) и возвращении в исходное положение за счет накопленных деформаций прямого термоупругого фазового превращения при охлаждении, происходящем под действием усилий со стороны элемента смещения (холостой ход). Следует особо выделить ситуацию, при которой полное прямое превращение при охлаждении в течение холостого хода приводит рабочий элемент силовозбудителя к начальному деформированному состоянию. Такая ситуация свидетельствует о возможности реализации замкнутого двойного эффекта памяти формы (two-way shape memory effect — TWSME). В этом случае выполняется условие полной кинематической управляемости, согласно которому любое положение системы в рамках определенных пределов, соответствующих полностью аустенитному и полностью мартенситному состояниям материала рабочего тела, может быть достигнуто изменением только температуры рабочего тела без изменения механических воздействий.

Целью настоящей работы является аналитическое исследование поведения линейного силовозбудителя многократного действия с рабочим телом в виде стержня из СПФ, соединенного последовательно с упругим элементом смещения. Решается актуальная задача описания поведения силовозбудителя в рамках недавно опубликованной объединенной модели деформирования СПФ при фазовых и структурных превращениях [1, 2], которая в отличие от известных аналогов качественно и количественно правильно описывает уникальные термомеханические свойства СПФ, включая эффект ориентированного превращения [3]. Правильный учет этого эффекта чрезвычайно важен, поскольку позволяет определить условия реализации при работе силовозбудителя замкнутого двойного эффекта памяти формы [4, 5, 6]. В отличие от предыдущей работы, учтено изменение площади поперечного сечения стержня из СПФ.

Источники и литература

- 1) Мовчан А.А. Феноменологическая модель изменения фазово-структурных деформаций в сплавах с памятью формы // Известия РАН. Механика твердого тела. 2020. № 4. С. 140–151.
- 2) Мовчан А.А. Модель неупругого деформирования сплавов с памятью формы // Деформация и разрушение материалов. 2021. № 3. С. 8–17.
- 3) Беляев С.П., Ермолаев В.А., Кузьмин С.Л., Лескина М.Л., Лихачев В.А., Пульнев С.А. Деформация ориентированного превращения и эффект памяти формы в материалах с термоупругим и взрывным характером превращения // Физика металлов и металловедение. 1991. Т. 63. Вып. 8. С. 171–175.

- 4) Мовчан А.А., Казарина С.А. Конструктивный двухпутевой эффект памяти формы, основанный на явлении ориентированного превращения // Проблемы машиностроения и надежности машин 1998. № 1. С. 55—60
- 5) Wang Z.G., Zu X.T., Feng X.D., Zhu S., Bao J.W., Wang L.M. Characteristics of two-way shape memory TiNi springs driven by electrical current // Materials & Design. 2004. V. 25. N 8. P. 699—703.
- 6) Gill J.J., Ho K., Carman G.P. Three-dimensional thin-film shape memory alloy microactuator with two-way effect // Journal of Microelectromechanical Systems. 2002. V. 11. N 1. P. 68—77.

Иллюстрации

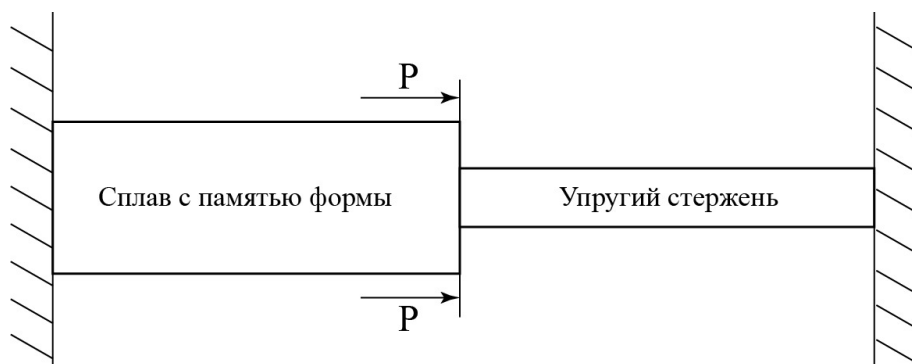


Рис. : Схема работы силового возбуждения.