

УДК 539.3

О.В. Дивдик

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя (Україна)

## МОДЕЛЮВАННЯ ВИГИНУ СПЛАВІВ ІЗ ПАМ'ЯТТЮ ФОРМИ

O.V. Dyvdyk

### SIMULATION BENDING SHAPE MEMORY ALLOYS

Надпружна поведінка сплавів з пам'яттю форми супроводжується прямими і зворотними. Матеріал навантажений до напруження, що значно перевищує границю текучості, повністю відновлює початкову форму після зняття навантаження. Надпружна поведінка спостерігається в області температур між початком фазових перетворень та кінцем зворотних фазових перетворень.

Моделювання виконано методом скінченних елементів за допомогою прикладного програмного пакету Ansys Workbench. Моделювали деформування консольної закріпленої пластини під дією прикладеної сили з геометричними розмірами пластини: довжина - 12 мм, ширина - 3 мм, товщина - 1 мм. Задані механічні властивості для сплаву з пам'яттю форми [1]. Напруження для фазових перетворень представлено в табл. 1 [2]. Змодельована пластина закріплена жорстко в точці (А) з прикладеним навантаженням в точці (В) (рис. 1). Модель розбита скінченими елементом Solid 185 (розмір одного елемента 0,5 мм). Загальна кількістю елементів - 288, вузлів 1829. Весь етап моделювання задавався у 2 кроки з розбивкою від 10 до 30 підкроків: навантаження до  $P = 51$  Н; розвантаження до 0 (рис. 2) [3].

Таблиця 1 Властивості матеріалу

SAS (початок фазового перетворення)	520 МПа
FAS (кінець фазового перетворення)	600 МПа
SSA (початок зворотнього перетворення)	300 МПа
FSA (кінець зворотнього перетворення)	200 МПа
$\epsilon_L$	0,07
A	0
Модуль юнга (пружності)	60000 МПа
Коефіцієнт Пуассона	0,33

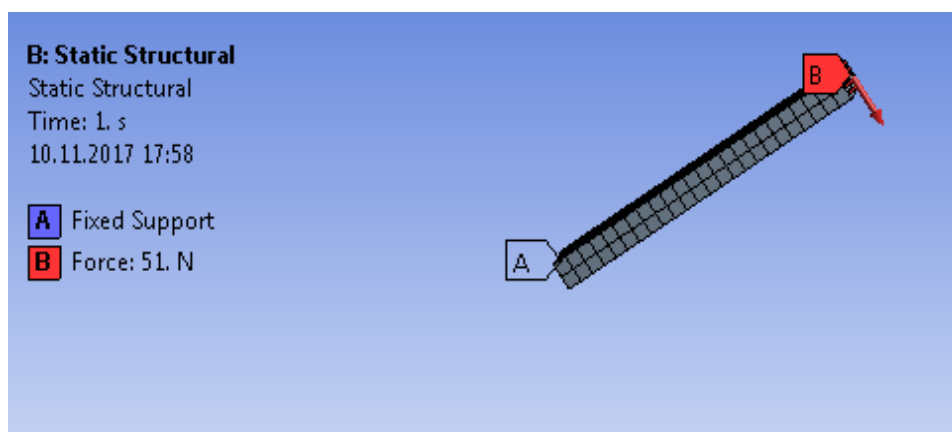


Рисунок 1 Дискретизована модель зразка: закріплення (А) і прикладена сила (В)

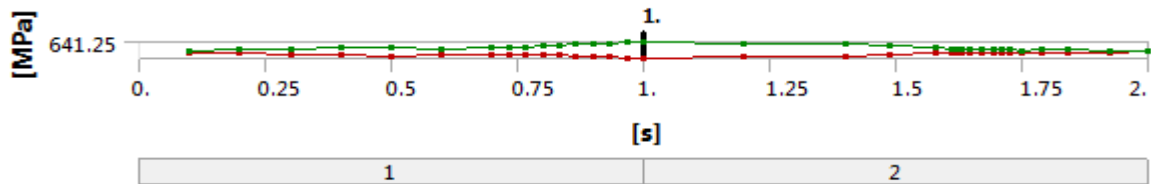


Рисунок 2 Схема завантаження: кроки з підкроками  
Розподіл напружень при  $P = 51 \text{ МПа}$  і  $P = 0 \text{ МПа}$  представлено на рис. 3 і 4.

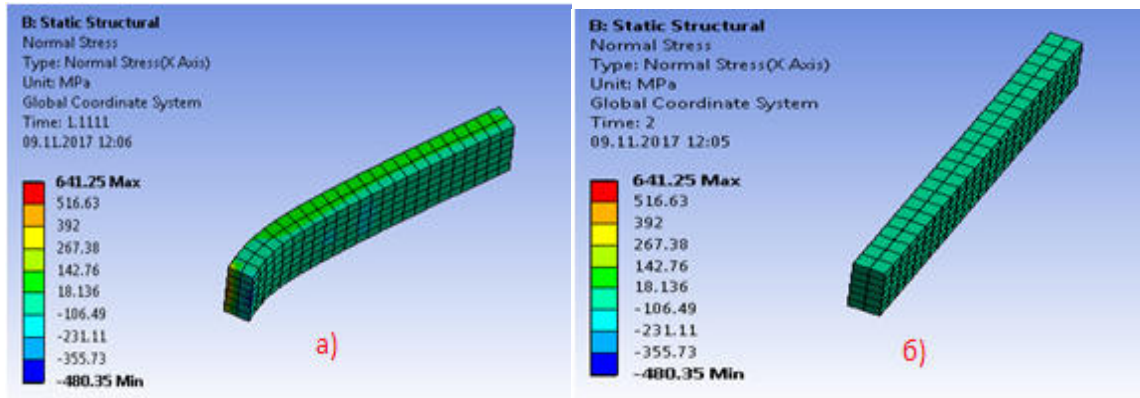


Рисунок 2 Нормальні напруження: а)  $P = 51 \text{ Н}$  б)  $P = 0 \text{ Н}$

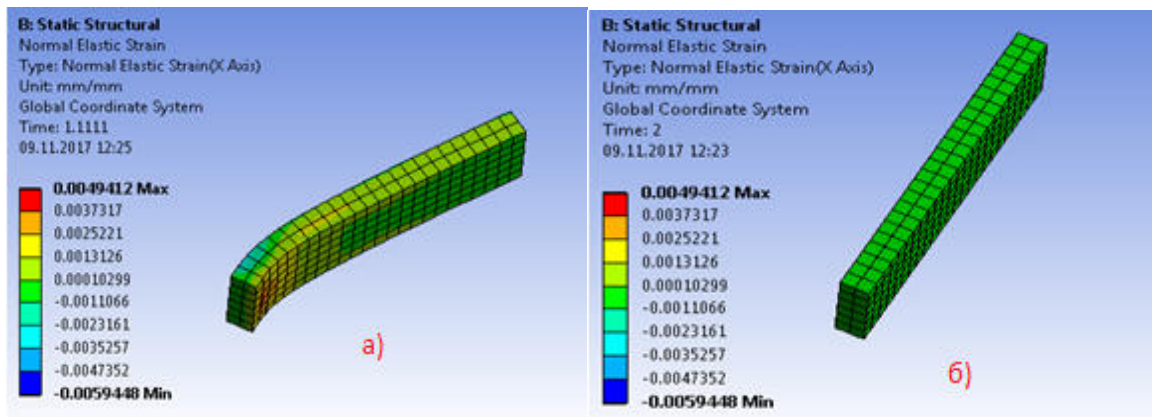


Рисунок 3 Деформації в зразку: а)  $P = 51 \text{ Н}$  б)  $P = 0 \text{ Н}$

В результаті після прикладання навантаження (1 крок) і далі розвантаження (2 крок) пластина повністю повертає свою початкову форму. Напруження в пластині досягають 641 МПа, таким чином за час навантаження починаються фазові перетворення аустеніту в мартенсит і при розвантаженні зворотні фазові перетворення мартенситу в аустеніт (табл. 1).

### Література

1. <http://jmmedical.com/resources/221/Nitinol-Technical-Properties.html>
2. Inc. (2009). Ansys 12.1 Help. Canonsburg, Pennsylvania.
3. Бруйка В.А. Инженерный анализ в Ansys Workbench: Учеб. пособ. / В.А. Бруйка, В.Г. Фокин, Е. А. Солдусова, Н.А. Глазунова, И.Е. Адеянов. – Самар. гос. тех. ун-т, 2010. – 271 с.