CORE
Metadata, citation and similar papers at core.ac.uk
Provided by Electronic archive of Ternopil National Ivan Puluj Technical University

УДК 593.3

Дивдик О. В.
Тернопільський технічний національний університет імені Івана Пулюя

МОДЕЛЮВАННЯ ЕФЕКТУ ПАМ'ЯТІ ФОРМИ МЕТОДОМ СКІНЧЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Науковий керівник: д.т.н., професор, Ясній П. В.

Dyvdyk O. V.
Ternopil Ivan Puluj National Technical University

MODELING SHAPE MEMORY EFFECT BY FINITE ELEMENT METHOD

Supervisor: d. t. s., professor, Yasniy P. V.

Ключові слова: ефект пам'ятті форми, мартенсит, аустеніт, скінчений елемент.
Keywords: shape memory effect, martensite, austenite, finite element.

Змодельований ефект пам'яті форми методом скінчених елементів (СЕ) в програмному комплексі Ansys Workbench. Фізико-механічні характеристики матеріалу подані в таблиці 1.

Таблиця 1. Фізико-механічні характеристики

Фізичні-механічні характеристики	
Модуль пружності аустеніту E_A	52700 МПа
Модуль пружності мартенситу E_M	45000 МПа
Температура прямого фазового перетворення M_f	23°C
Температура зворотного фазового перетворення A_f	80°C
Коефіцієнт Пуассона	0,36
Густина матеріалу	6,45 г/см^3

3Д-модель циліндричного елементу довжиною L = 8 мм, діаметром D = 6 мм, дискретизовано скінченним елементом Solid186 (рис. 1). Загальна кількість СЕ елементів - 612, а вузлів – 2903. Весь етап моделювання задавався у 3 кроки і 50 підкроків. Перший крок – прикладене зусилля до зразка P = 700 МПа в точці А по осі Z (рис. 1) при температурі 23°C. Другий крок – розвантаження зразка до P = 0 МПа, температура 23°C. Третій крок – нагрівання зразка до температури 80°C.

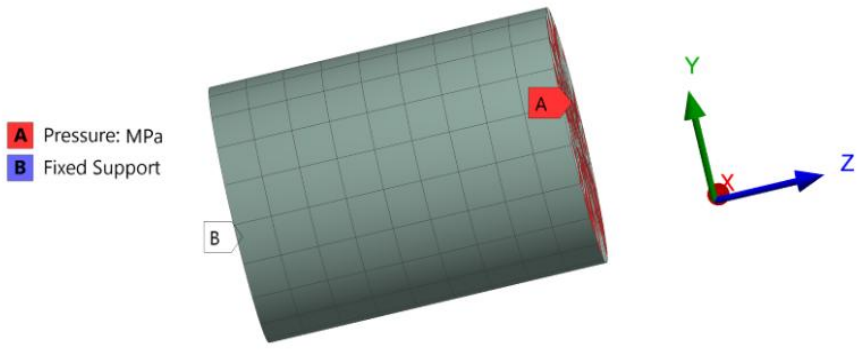

Рисунок 1. Дискретизована 3Д-модель; А- прикладене зусилля; В – місце закріплення

Поля деформацій та напружень в 3Д-моделі при P = 700 МПа подано на рис. 2. Максимальне напруження виникають в місці закріплення зразка і дорівнює - 1092,2 МПа (рис. 2, а), а деформація - 0,0814 мм/мм (рис. 2, б). Значення напружень в зразку, де прикладено зусилля - 702,62 МПа (рис. 2, а), а деформацій 0,0715 мм/мм (рис. 2, б).

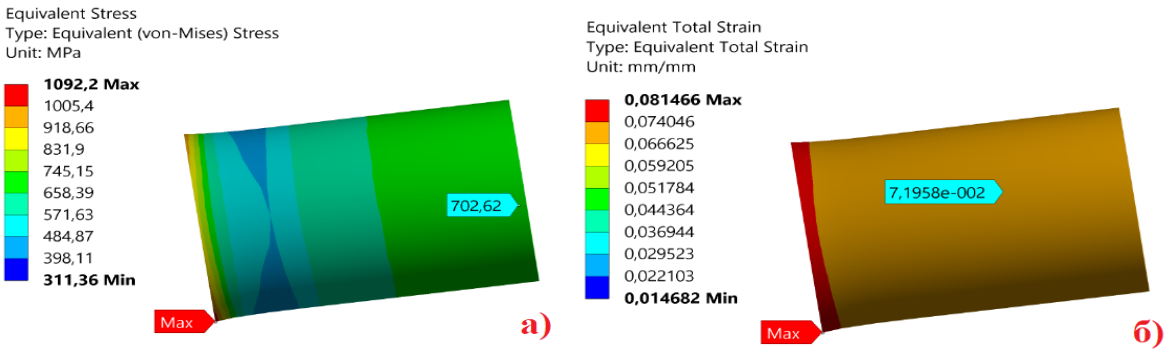

Рисунок 2. 3-Д модель при P=700 МПа при T=23°C: розподіл напружень - а) та деформацій - б)

На рисунку 3 зображено діаграми деформування сплаву з пам'яттю форми при навантаженні до P = 700 МПа за температури T=23°C (Рис. 3, а) і при розвантаженні до P = 0 МПа за температури T=80°C (Рис. 3, б).

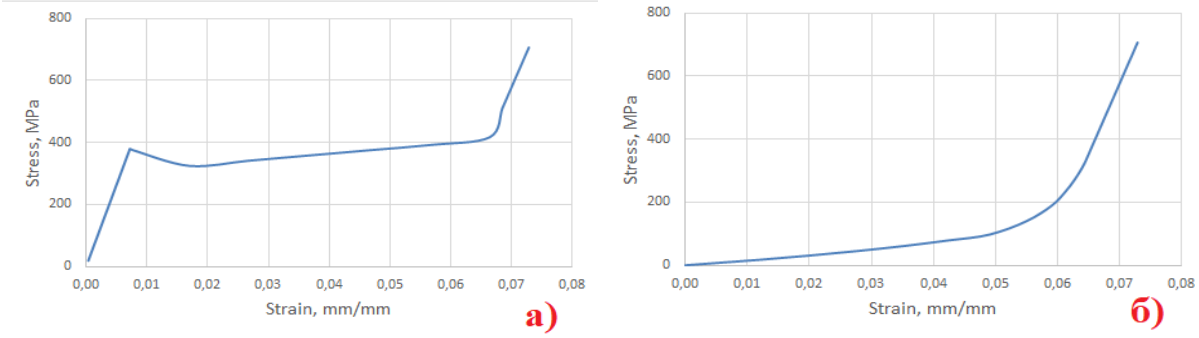

Рисунок 3. Залежність напруження від деформацій: а) навантаження до P = 700 МПа, T=23°C; б) розвантаження до P = 0 МПа, T = 80°C

Залежність деформації від температури після розвантаження матеріалу P=0 МПа при нагріванні від 23°C до 80°C представлено на рис. 4.

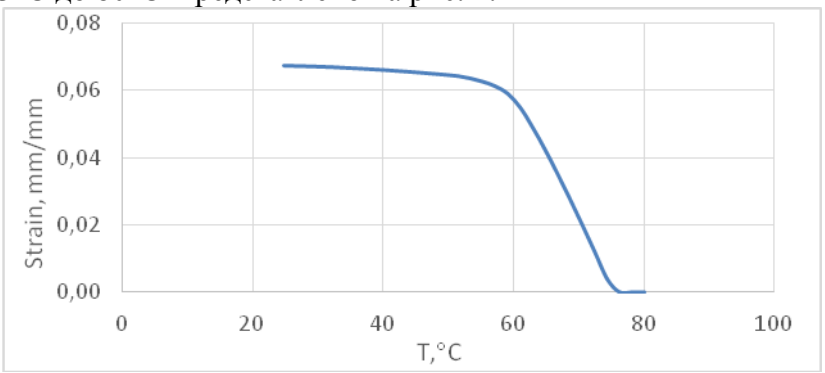

Рисунок 4. Розподіл деформацій при нагріві від 23 °C до 80 °C

Таким чином, змодельована механічна поведінка і напружено-деформований стан циліндра із сплаву з пам'яттю форми при навантаженні за температури прямого фазового перетворення (T=23°C), розвантаженні і подальшому нагріванні до температури зворотного фазового перетворення (T=80°C).