ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕАКТИВНЫХ УСИЛИЙ КРИВОГО БРУСА КРУГЛОГО СЕЧЕНИЯ, ИЗГОТОВЛЕННОГО ИЗ МАТЕРИАЛА С ПАМАТЬЮ ФОРМЫ

Дюшекеев К.Д., Чымырбаев А.Б.

Материалы ЭПФ очень широко применяются в медицине и технике [1]. В зависимости от температуры мартенситного превращения и механических свойств, сплавы, обладающие памятью формы, имеют широкий диапазон применения..

В настоящей работе экспериментально исследуется механическое поведение кривого бруса круглого сечения в интервале температур мартенситного превращения, изготовленного из материала с эффектом памяти формы Радиус срединного слоя бруса составляет 57,9 мм, диаметр сечения бруса 2,9мм

Эксперименты проводились по следующей программе:

1 Образец, охлажденный ниже температуры конца прямого мартенситного превращения, в мартенситном состоянии подвергается чистому изгибу до появления в нем фазовых остаточных деформаций

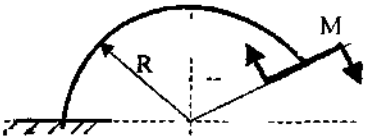


Рис 1 Схема образца

2 Производится полная разгрузка образца, закрепляется свободный конец образца, затем он нагревается через интервал обратного мартенситного превращения

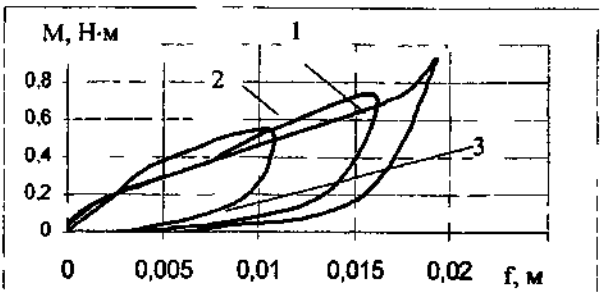
3. Измеряется нагрузка, появляющаяся при стремлении образца восстанавливать свою форму в процессе нагрева.

Эксперименты ставились на образце, имеющем форму дуги, жестко закрепленном на одном конце (Рис.1). Образец изготовлен из никелида титана (44,3 вес %Ti -Ni). Характеристические температуры фазовых превращений, определенные методом измерения электросопротивления, были следующие. температуры начала и конца прямого превращения M_H=28°C, M_K=-1°C, температуры обратного мартенситного превращения A_H =5°C, A_K=38°C. Перед каждым испытанием образец подвергался отжигу при температуре 500°C в течение часа с последующим охлаждением в печке.

Эксперименты проводили на специально сконструированной установке. Данная установка позволяет создать состояние только чистого изгиба кривого бруса с помощью сосредоточенного изгибающего момента, который, сохраняя свое направление и значение, может перемещаться вслед за точкой приложения. Подробное описание указанной установки, а также экспериментальное доказательство того, что установка позволяет создать состояние чистого изгиба, приведено в работе [4].

Прогибы образца в взаимно перпендикулярных направлениях измерялись с помощью индикатора часового типа с ценой деления 0,01мм. Температуру измеряли хромель-алюмелевой термопарой с погрешностью ± 2°C Для обеспечения равномерности распределения температуры по всему образцу его расположили в жидкой среде (в масле). Нагрев жидкости осуществлялся с помощью электрического нагревателя, напряжение в нагревателе регулировалось автотрансформатором.

Переходим к обсуждению результатов экспериментов. Упруго-фазовое деформирование образца в мартенситном состоянии (при температуре -5°C)



производили для следующих уровней изгибающего момента: 0,347; 0,464 и 0,58 Н·м. После полной разгрузки образца оставались остаточные прогибы (полное перемещение свободного конца бруса) 10; 16; 19мм Характер деформирования бруса показан на рис. 2

Рис.2

На рис.2 кривая 1 соответствует значению изгибающего момента, равному 0,58 Н·м. Соответственно кривые 2 - 0,464 Н·м; 3 - 0,347 Н·м.

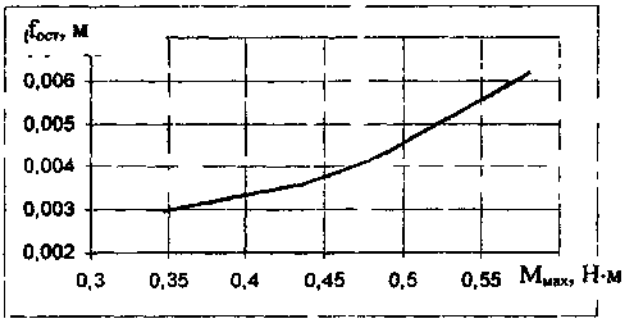


Рис.3.

Рис. 3 является производным рис.2, здесь показана зависимость значения остаточных прогибов от максимальных значений изгибающего момента перед разгрузкой.

После полной разгрузки определяли реактивный изгибающий момент,

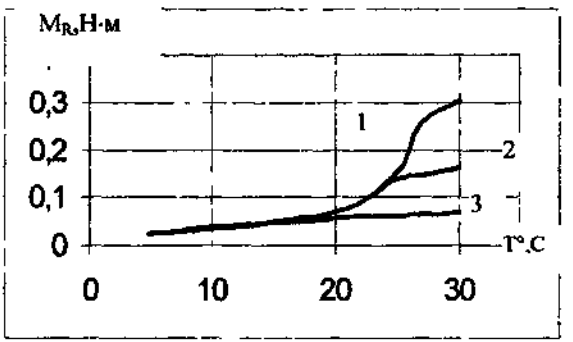


Рис.4

Кривые 1; 2; 3 соответствуют моменту перед разгрузкой 0,84 Н·м ; 0,61 Н·м; 0,57 Н·м.

возникающий в процессе восстановления формы стесненного образца. Для этого образец нагревали в интервале обратного мартенситного превращения. При этом добивались, чтобы тот уровень остаточных прогибов, который был получен после полной разгрузки, оставался постоянным. Это достигалось догружением образца, как только он начинает перемещаться, таким грузом, чтобы не произошло перемещение. В этом процессе фиксировались значение температуры и груза. По значению груза вычислялась величина реактивного изгибающего момента. На рис.4 показана зависимость реактивного момента от температуры для различных уровней остаточных прогибов. Как и в случае бруса прямоугольного сечения [4], чем выше уровень остаточных прогибов, тем больше максимальное значение реактивного момента. Важно отметить, что значение реактивного момента M_R, возникающего при некотором максимальном значении изгибающего момента перед разгрузкой M_{max}, в среднем составляет его половину.

Литература

1. Лихачев В.А., Кузьмин С.Л., Каменцева З.П. Эффект памяти формы.-Л.: Изд-во ЛГУ, 1987. –216с.
2. Сплавы с эффектом памяти формы /К.Ооцука, К.Симидзу,Ю.Судзуки и др./Под. Ред. Фунакубо Х.,Пер. с японск. Под ред. А.М.Глезера. –М.: Металлургия, 1990.-224 с.
3. Абдрахманов С.А., Дюшекеев К.Д. О закономерностях поведения материалов с памятью формы при термосиловом воздействии. – Б.: Изд-во "Илим", 1992. –50 с.
4. Дюшекеев К.Д., Чымырбаев А.Б. Установка для определения прогибов кривых брусьев при чистом изгибе //Материалы 3-й научно-практической конференции "Проблемы образования и науки", посвященной 2200-летию Кыргызской государственности.-Б., 2004. С.205-210.