

Дюшекеев К.Д., Чоробек кызы А., Чымырбаев А.Б.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕАКТИВНЫХ УСИЛИЙ ПРУЖИНЫ, ИЗГОТОВЛЕННОЙ ИЗ МАТЕРИАЛА С ЭФФЕКТОМ ПАМЯТЮ ФОРМЫ

K.D. Dushekeev, Chorobek kyzy A., A.B. Chymyrbaev

THE DEFINITION OF THE REACTIVE FORCE OF SPRING MADE OF MATERIAL WITH EFFECT OF SHAPE MEMORY

УДК: 539.37

Как известно [1], материалы с памятью формы проявляют эффект генерации реактивных усилий при воспрепятствовании восстановлению исходной формы.

В данной работе приведены результаты экспериментального исследования реактивного усилия пружины с эффектом памяти формы.

Экспериментальный образец представляет собой пружину, изготовленную из никелида титана. Пружина из никелида титана имеет следующие характеристики: число витков – 7, диаметр проволоки – 1мм, внутренний диаметр – 7мм, наружный диаметр – 9мм. Характеристические температуры превращения проволоки $M_s=56^{\circ}C$, $M_f=24^{\circ}C$, $A_s=65^{\circ}C$, $A_f=80^{\circ}C$. Для снятия внутренних остаточных напряжений образец перед каждым испытанием подвергается отжигу при температуре $500^{\circ}C$. После чего образец охлаждается до комнатной температуры ($15^{\circ}C$) в воздухе. Эксперимент проводили на специально сконструированной установке (рис.1). Установка представляет собой раму 1, которая движется через ролик, прикрепленной к неподвижной стойке 2. Испытываемый образец устанавливается на стержень 8, который прикреплен ко дну стакана 5. Стакан нагревается электронагревателем (нихромовой спиралью, намотанной на наружной поверхности стакана). Напряжение нагревателя регулируется через автотрансформатор.

Сжатие пружины осуществляется подвешиванием грузов к грузодержателю 3. Перемещение пружины измеряется индикатором часового типа 7. Температура образца измеряется хромель-алюмелевой термопарой.

Эксперимент проводился по следующей программе:

1. Образец (пружина) отжигается в течение одного часа при температуре $500^{\circ}C$ с последующим охлаждением вместе с муфельной печкой.

2. Пружина устанавливается на стержень.

3. Пружина сжимается нагрузкой до заданной величины. Величина нагрузки выбирается таким образом, чтобы после разгрузки в пружине осталось остаточное перемещение.

4. Производится полная разгрузка.

5. Образец нагревается, при этом он пытается восстанавливать первоначальную форму. При воспрепятствовании свободному формовосстановлению пружины, она будет генерировать усилие. Воспрепятствование можно осуществить довешиванием груза таким образом, чтобы уровень деформации пружины оставался таким же, как был перед нагревом. Значение довешиваемого груза и является реактивным усилием. Во время нагрева измеряется перемещение конца пружины и ее температура и значение реактивного усилия.

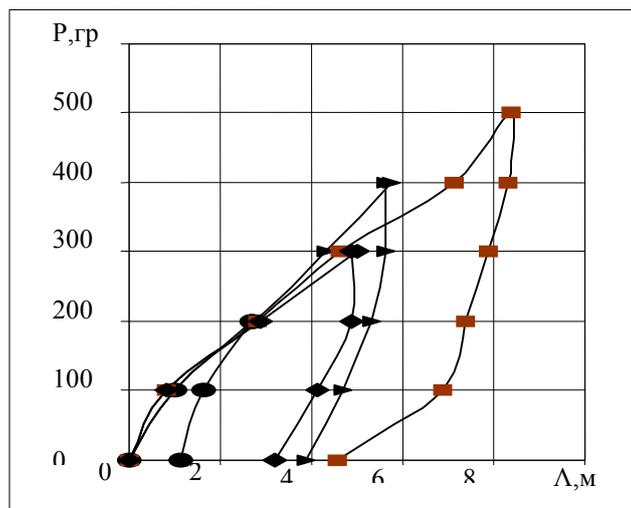


Рис. 2. Изотермическое деформирование.

● — $P=200$ г ◆ — $P=300$ г
 ▲ — $P=400$ г ■ — $P=500$ г

Результаты эксперимента и обсуждение

На рисунке 2. показана диаграмма сжатия пружины в изотермических условиях (в мартенситном состоянии). Сжатие проводилось для четырех значений максимальной нагрузки.

Как видно, из графика, при значении нагрузки 200 граммов остаточная деформация составляла

На рис. 3 приведена зависимость реактивного усилия от температуры при различных значениях максимальной нагрузки. С увеличением температуры начиная с начала обратного мартенситного превра-

1,75мм, втором значении нагрузки 300 граммов соответственно 3,2мм, третьем – 400 граммов соответственно 3,85мм, четвертом 500 граммов соответственно остаточная деформация 4,78мм. Как и в случае одноосного растяжения проволоки [2], чем больше значения нагрузки, тем больше остаточное перемещение.

щения генерация реактивного усилия интенсифицируется и при температуре конца превращения этот процесс останавливается.

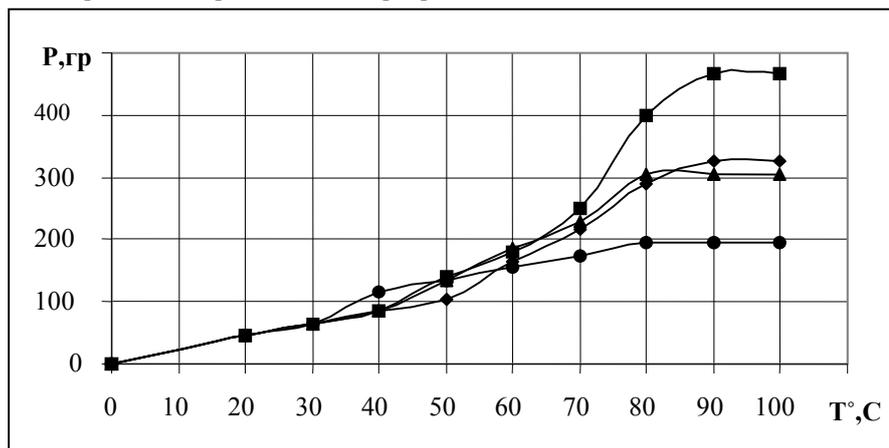


Рис. 3. Генерация реактивного усилия.

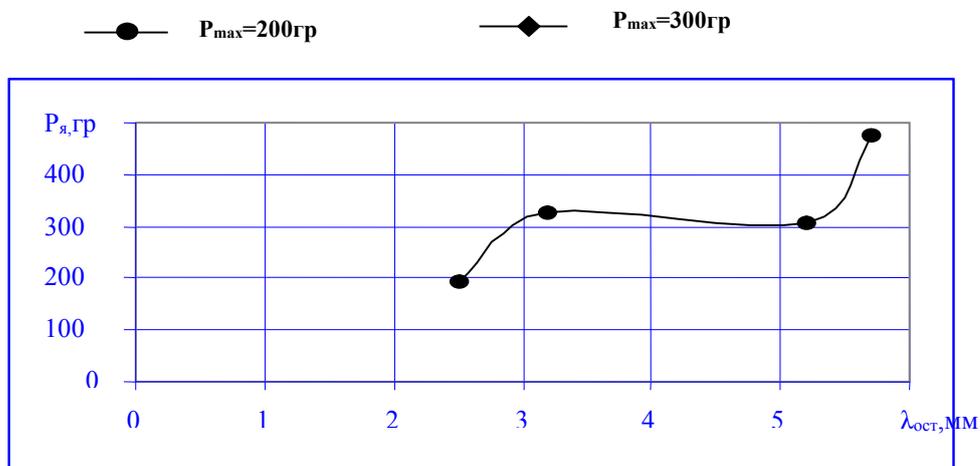


Рис. 4. Зависимость реактивного усилия от остаточного перемещения пружины.

В случае генерации реактивного усилия проволоки из никелида титана значение реактивного усилия почти прямопропорционально зависит от остаточных перемещений. Как видно из рис. 4 такая прямопропорциональная зависимость у пружины не соблюдается. Такое поведение пружины пока остается непонятным, по-видимому требуется более детальное изучение такого поведения.

Литература:

1. С.Абрахманов. Деформация материалов с памятью формы при термосиловом воздействии. Бишкек, Илим.1991.
2. Дюшекеев К.Д., Чымырбаев А.Б., Чоробек кызы А. Реактивное усилие проволоки из никелида титана. Бишкек, Известия ВУЗов. 2005.