

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ИЗГИБНОГО СИЛОВОГО ЭЛЕМЕНТА ПРИВОДА ИЗ МАТЕРИАЛА С ЭФФЕКТОМ ПАМЯТИ ФОРМЫ

Хлопков Е. А., Пульнева К. С., Тестин А. А., Чикиряка А. В.

Физико-технический институт им. А. Ф. Иоффе, Санкт-Петербург, Россия

hlopkovelisey@mail.ru

Материалы с эффектом памяти формы способны преобразовывать тепловую энергию в механическую работу, благодаря чему они используются в качестве силовых элементов в различных приводах и устройствах, которые находят все более широкое применение в технике и медицине. В этих устройствах функциональные силовые элементы могут проявлять эффект памяти формы после деформации различного типа – растяжения, сжатия, изгиба или кручения.

Особое место занимают приводы, в которых используются изгибные силовые элементы. По сравнению с приводами, использующими силовые элементы растяжения или сжатия, приводы с изгибными элементами позволяют достигать существенно больших перемещений без использования дополнительных механизмов и передач, например, таких как система рычагов или шкивов. При этом изгибные силовые элементы развивают сравнимую с ними силу, однако фактор большего хода обеспечивает им более широкий спектр применений. В отличие от силовых элементов растяжения – сжатия, в которых напряжения и деформации распределены по сечению и длине равномерно, в поперечном сечении изгибного силового элемента одновременно присутствуют как зоны растяжения, так и сжатия, разделенные нейтральной линией. Кроме того и напряжения и деформации по длине элемента распределены чрезвычайно неравномерно с выраженной локализацией в центре элемента [1].

Силовые и кинематические характеристики привода, основанного на материале с эффектом памяти формы, однозначно определяются характеристиками изгибного силового элемента – развиваемой им силой и его ходом. В свою очередь характеристики силового элемента зависят от термомеханических свойств материала силового элемента и его формы при сжатии продольной силой в процессе охлаждения и генерации её при нагреве. Поэтому для прогнозирования характеристик силового элемента и привода в целом необходимо иметь знание о напряженно-деформированном состоянии по сечению и длине силового элемента в процессе его функционирования в приводе. Особенностью функциональных материалов с эффектом памяти формы является взаимозависимость напряжений, деформаций и температуры в каждой точке элемента. Экспериментально можно определить только зависимости следующих пар характеристик: деформации от температуры при постоянном напряжении, напряжения от температуры при постоянной деформации и деформации от напряжения при постоянной температуре, а также для изгибного элемента распределение деформации по длине элемента от формы изогнутого силового элемента. Определение первых трех зависимостей методически отработано с использованием стандартных испытательных машин, для исследования распределения деформаций по длине элемента предложен и апробирован графоаналитический метод обработки изображения изогнутого силового элемента, который является предметом данной работы.

1. Пульнев С.А., Прядко А.И., Чикиряка А.В., Николаев В.И. Эффект локализации деформации в монокристаллах Cu-Al-Ni при изгибе продольной силой // Письма ЖТФ. - 2018. - Т. 44. - Вып. 21. - С. 91-96.