

УДК 621.315

## АДАПТИВНАЯ ЛИНЕЙНАЯ АРМАТУРА С ЭЛЕМЕНТАМИ ПАМЯТИ ФОРМЫ

Целобанов В.А.

Научный руководитель – ПОТАЧИЦ Я.В.

Линейная арматура – устройство, выполняющее одну или несколько функций: подвешивание и прикрепление проводов, молниезащитных тросов и подвесок к опорам воздушных линий электропередачи и распределительным устройствам; соединение, натяжение, поддерживание и фиксация проводов на заданном расстоянии; гашение колебаний проводов и тросов; составление подвесок; защита гирлянд изоляторов от действия электрической дуги и снижение радиопомех; установка штыревых изоляторов и крепление на них проводов; армирование подвесных изоляторов.

Линейную арматуру, применяемую при закреплении проводов в гирляндах подвесных изоляторов, можно подразделить по назначению на пять основных видов:

– зажимы, служащие для закрепления проводов и тросов, подразделяющиеся на поддерживающие, подвешиваемые на промежуточных опорах, и натяжные, применяемые на опорах анкерного типа;

– сцепная арматура (скобы, серьги, ушки, коромысла), служащая для соединения зажимов с изоляторами, для подвески гирлянд на опорах и для соединения многоцепных гирлянд друг с другом;

– защитная арматура, монтируемая на гирляндах линий напряжением 330 кВ и выше, предназначенная для более равномерного распределения напряжения между отдельными изоляторами гирлянды и для защиты их от повреждения дугой при перекрытиях;

– соединительная арматура, служащая для соединения проводов и тросов в пролете, а также для соединения проводов в шлейфах на опорах анкерного типа;

– распорки, применяемые для соединения друг с другом проводов расщепленной фазы.

Уникальное сочетание физико-механических свойств позволило использовать сплавы с памятью формы практически во всех областях, где могут использоваться металлические материалы, в том числе, в медицине, космосе, добывающей промышленности, производстве всевозможных температурных датчиков и приводов, робототехнике при создании тепломеханических устройств и отработке уникальных технологий.

Сплавы с эффектом памяти формы прежде всего использовались в качестве однонаправленных элементов памяти, первоначально их применили для соединительных муфт. Для муфт использовался сплав Ti-Ni-Fe, температура превращения которого значительно ниже комнатной (150 °С). Внутренний диаметр муфты изготавливался примерно на 4 % меньше, чем наружный диаметр соединяемых труб. При соединении муфта прежде всего погружалась в жидкий воздух и выдерживалась при низкой температуре. В таком состоянии в муфту вводился дорн с определенной конусностью и расширялся внутренний диаметр на 7–8 %.

Эффект памяти формы в сплавах, например, на основе Ni-Ti настолько четко выражен, что диапазон температур можно с большой точностью регулировать от нескольких до десятков градусов, вводя в сплав различные дополнительные легирующие элементы. Кроме того, сплавы на основе Ni-Ti, получившие принятое название во всем мире название нитинол, достаточно технологичны в обработке, устойчивы к коррозии и обладают отличными физико-механическими характеристиками: например, предел прочности нитинола колеблется в пределах 770–1100 МПа, что соответствует аналогичным характеристикам большинства сталей, а демпфирующая способность выше чем у чугуна, высокая пластичность и способность вспоминать форму до миллиона раз.

Эффект сверхупругости реализуется в изделии из сплава с памятью формы, находящемся в температурной зоне стабильного аустенитного состояния. Если при этом деформировать изделие из сплава с памятью формы, стимулируя тем самым мартенситное превращение при постоянной температуре путем принудительного силового воздействия, то после устранения этого воздействия элемент, словно пружина, полностью вернет себе исходную форму. С той лишь разницей, что в отличие от пружин он будет иметь практически неисчерпаемый ресурс, и, имея форму прямолинейной струны, может быть сверхупруго деформирован на 7–8 % относительной длины, запасая в десятки раз большую, чем традиционная пружина энергию.

Особенностью исполнительных элементов из сплавов с памятью формы является их миниатюрность. Это обусловлено простотой механизма их действия, а также тем, что элемент состоит из одного сплава. На действие таких исполнительных механизмов не влияет среда или атмосфера, а влияет только температура. Следовательно, возможна установка этих элементов в таких средах, как вакуум или вода, при этом нет необходимости в герметизированном подвижном узле, как при установке двигателей или гидропневматических цилиндров.

Материалы с элементами памяти форм могут применяться в простых тепловых двигателях, использующих разность температур горячей и холодной воды или горячей воды и холодного окружающего воздуха. Такие двигатели работают за счет преобразования в механическую энергию низкотемпературной бросовой тепловой энергии, например, энергии горячей отходящей воды, геотермической или солнечной энергии.

#### Литература

- 1 Неклепаев, Б. Н. Электрическая часть электростанций: учебное пособие для студентов вузов / Б. Н. Неклепаев. – М.: Высшая школа, 1998. – 586 с.
- 2 Васильев, А. А. Электрическая часть электростанций: учебное пособие для студентов вузов / А. А. Васильев. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 576 с.