

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ХОМУТОВ ИЗ МАТЕРИАЛОВ СПФ В НЕФТЕГАЗОТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ

Карнович Е. В., Тюфякова М. В.

ФГБОУ ВПО Ухтинский государственный технический университет, Ухта, Россия

karnovich_ekaterina@mail.ru

В настоящее время достаточно широкое практическое применение в различных отраслях современной техники и промышленности находят сплавы, проявляющие эффект памяти формы (ЭПФ). К ним относятся сплавы на основе AuCd, CuAlNi, CuZnAl, CuSn, TiNi, MnCu, CuZn, FeMn, TiNiCu, FePd и др. Для данных материалов характерен ряд уникальных, нетрадиционных физико-механических свойств, выделяющих их из класса обычных конструкционных металлов и сплавов. Прежде всего, к этим свойствам относится способность материала восстанавливать большие неупругие деформации до 10-15 % при изменении температуры. Их используют в приборостроении, космических технологиях, машиностроении, медицине в качестве функциональных материалов нового поколения. В частности, они используются в элементах исполнительных силовых механизмов сложного функционального назначения, тепловых реле, в строительных конструкциях, в качестве термочувствительных и силовых элементов в циклически действующих устройствах и др.

Одной из актуальных проблем применения сплавов с памятью формы является проблема обеспечения стабильной многоцикловой работы элементов исполнительных силовых механизмов. Решение этой проблемы связано с необходимостью исследования деформационных характеристик в процессе термоциклирования при смене режимов термосилового воздействия при переходных процессах. Анализ публикаций и результатов исследований различных авторов показывает, что особенности механического поведения сплавов с памятью формы, а также физические и математические модели для определения деформационных характеристик при смене режимов термосилового воздействия исследованы и разработаны в недостаточной степени. В связи с этим, разработка и развитие расчётно-экспериментальных методов и адекватных математических моделей, позволяющих исследовать деформационные характеристики при переходных процессах в сплавах с памятью формы, представляет собой актуальную проблему механики деформируемого твёрдого тела.

Никелид титана является одним из десятков известных материалов с эффектом памяти формы. Он представляет собой уникальный сплав по сочетанию высоких механических свойств, коррозионной стойкости, демпфирующей способности и

функциональных свойств, связанных с обратимостью больших неупругих деформаций.

Свойства и структура никелида титана и сплавов на его основе хорошо изучены. Исследованы также фазовые превращения, происходящие в сплаве при изменении температуры. Накопленные на настоящее время знания позволяют достаточно надежно описывать и прогнозировать функционально-механическое поведение материала.

Пластичность металлов известна на протяжении тысячелетий. В подавляющем большинстве случаев она осуществляется сдвигом, когда одна часть кристалла проскальзывает по отношению к другой по соприкасающимся атомным плоскостям кристаллической решетки. Известно также, что при таком скольжении вектор сдвига оказывается обязательно кратным межатомному расстоянию в направлении сдвига. Ввиду сказанного взаимное расположение атомов в любом месте кристалла до и после сдвига оказывается одинаковым. Это означает, что сдвиг не порождает стимулов для восстановления приобретенной кристаллом деформации, то есть пластическая деформация должна быть необратимой.

Для описания устройства кристаллической решетки достаточно указать расположение атомов в элементарной ячейке кристалла, которую выбирают таким образом, чтобы плотно приставленными друг к другу ячейками можно было заполнить все пространство, получив при этом картину укладки атомов в кристалле. У меди, например, элементарная ячейка представляет собой куб, в вершинах и центрах граней которого помещены атомы (гранецентрированная кубическая решетка). У вольфрама это куб с атомами в вершинах и одним атомом в центре куба (объемно-центрированная кубическая решетка). При пластическом сдвиге элементарная ячейка не искажается, смещаясь как целое, а значит, и симметрия кристалла не изменяется. Кроме пластического деформирования может реализовываться упругое, отличающееся способностью возвращать деформацию при удалении вызвавших ее усилий. Природа упругости хорошо известна: под нагрузкой атомы испытывают некоторые взаимные смещения (например, удаляются друг от друга при растяжении), обычно в пределах не более 0,1% расстояния между ними.

Существуют весьма перспективные возможности разработки новых технологий, использующих уникальные свойства никелида титана в таких условиях, когда наряду с термическими и механическими изменениями металл подвергается действию постоянных или изменяющихся физических полей или космического излучения, радиации, высокого давления и т.д. Подобные режимы воздействия на функциональный сплав будем называть сложными или комплексными. К ним можно относить и такие условия функционирования материала, когда необходимый результат

достигается при изменении напряжения, деформации и температуры по сложному закону во времени.

Сегодня уже четко обозначились области, где применение сплавов с памятью наиболее перспективно. Прежде всего, это энергетика. С их помощью пытаются создать тепловые двигатели, использующие низкотемпературные источники тепла. Схема теплового двигателя предельно проста. Рабочие элементы, выполненные из нитинола и насаженные по окружности колеса, попадая в холодную воду, принудительно деформируются, например, плоские пластины изгибаются в полуокружности. Затем в горячей воде пластины выпрямляются и при этом совершают работу. Часть ее идет на деформацию рабочих элементов, находящихся в это время в холодной воде, а другая часть на привод колеса, которое, в свою очередь, вращает электрогенератор.

Пока существуют лишь модели таких двигателей. Но даже они показывают высокую эффективность превращения тепла в работу с помощью сплавов с памятью. При этом надо еще раз подчеркнуть, что для работы тепловых двигателей используется тепло, которое пока другими способами превратить в работу сложно и дорого, а часто и вообще невозможно. Такое тепло, как правило, сегодня «пропадает» (солнечная энергия, геотермальные источники и тепловые отходы электростанций и др.).

Основными приборами и устройствами в оборудовании нефтегазовом комплексе, где применим эффект памяти металлов следующие: аварийно-предупредительной сигнализации (тепловые индикаторы, сигнализаторы); защитно-предохранительные приборы многоразового действия, срабатывающие при превышении допустимой температуры или по сигналу системы управления устройства автоматического регулирования температуры прямого действия и др. Целью работы является адаптировать применение металлов с эффектом памяти формы в трубопроводном транспорте нефти и газа, а также сооружения нефтепроводов. Наиболее оптимальное применение материалов с СПФ представляется в использовании их для соединения технологических трубопроводов в нефтегазотранспортной отрасли, хомуты из материалов СПФ будут иметь большую надежность и высокую коррозионноустойчивость, по сравнению с другими классическими материалами.

1. Лихачев В.А., Кузьмин С.Л., Каменцева З.П. Эффект памяти формы. Л.: ЛГУ, 1987. 218 с.
2. Лихачев В. А., Малинин В. Г. Структурно-аналитическая теория прочности. СПб.: Наука, 1993. — 441 с.
3. С. В. Шишкин, Н. А. Махутов Расчёт и проектирование силовых конструкций на сплавах с эффектом памяти формы. Ижевск: «Регулярная и хаотическая динамика», 2007. — 412 с.