Забавский Александр, *студент.* *Научн. рук., доц., к.т.н.* ***Колесников В.А.***
Луганский национальный университет имени Тараса Шевченко

СПЛАВЫ МЕТАЛЛОВ С ЭФФЕКТОМ ПАМЯТИ ФОРМЫ

В статье представлены сведения о сплавах металлов с эффектом памяти. Рассмотрены материалы с эффектом памяти, методы их получения.
Ключевые слова: *эффект памяти формы, мартенситное превращение, материалы с эффектом памяти.*

Состояние проблемы. Любой природный материал обладает своими уникальными качествами. Так многим металлам присущи такие свойства, как твердость, прочность и долговечность. Также металлы могут обладать еще одним интереснейшим свойством, о котором не все знают, а именно – памятью формы. Работы по изучению данного свойства велись и ведутся до сих пор во многих странах. Поэтому тема данной работы весьма актуальна. Не так давно исследователям удалось обнаружить такие сплавы, у которых даже после пластической деформации существует способность «вспоминать» первоначальную форму. Что же это означает? Здесь все просто, металлы могут запоминать собственную форму. После предварительной деформации, при нагреве определенные сплавы могут демонстрировать такое явление, как возврат к своей первоначальной форме. То есть металлы, не являясь живыми существами, обладают таким особым свойством, которое позволяет им проявлять такую своеобразную память.

Цель статьи*. Сделать краткий обзор имеющийся информации посвященной сплавам с эффектом памяти.*

Материалы и результаты исследований. Чтобы понять феномен явления его достаточно один раз увидеть. Для эксперимента можно взять металлическую проволоку и изогнуть ее, а затем нагреть. Проволока от нагрева начинает распрямляться и затем восстанавливает свою исходную форму.

Данный феномен происходит потому что при деформации внешние слои материала вытягиваются, а внутренние в свою очередь сжимаются, при этом средние вовсе остаются неизменными.

Такие вытянутые структуры называют мартенситными пластинами, которые не являются чем-то необычным для металлических сплавов. Здесь необычность проявляется в другом: в мартенсит термоупругий в материалах с памятью формы. И начинает проявляться эта термоупругость мартенситных пластин при именно при нагреве, когда появляется внутреннее напряжение, стремящееся вернуть в исходное состояние структуру, а именно растянуть сплюснутые пластины и сжать вытянутые. Поэтому материал восстанавливает свою исходную форму, так как в целом получается, что он проводит автодеформацию только в обратном направлении.

Все металлы и сплавы имеют свою кристаллическую решетку, параметры которой заданы изначально. Но может осуществляться перестройка этой кристаллической решетки в связи с изменением температуры и давления. В данном случае говорят, что происходит полиморфное превращение, то есть смена типа кристаллической решетки (происходит ее перестройка).

Полиморфное превращение может осуществляться при помощи двух способов: воздействия высоких температур, при которой подвижность атомов возрастает и мартенситного превращения.

Что бы понять сущность первого способа можно представить в виде атомов детские кубики, а в виде кристаллической решетки - здание из этих кубиков - атомов. Чтобы осуществить полиморфное превращение, то есть построить из этих же кубиков, но уже другое здание необходимо просто разобрать старое и собрать новое здание. Поскольку путь каждого кубика при перестройке совершенно не связан с другими, то он может оказаться абсолютно в любом месте нового здания. Перестройка решетки по такой схеме может произойти только в случае, когда диффузия, то есть подвижность атомов достаточно высока, для того чтобы осуществить перемещение их на совершенно новые места.

Однако, для того чтобы произвести перестройку кристаллической решетки, когда температура полиморфного превращения не достаточно высока, нужно применять без диффузионный способ.При изучении закалки – одного из древнейших и основных процессов термической обработки стали был и обнаружен такой бездиффузионный способ. В результате закалки образуется фаза с новой кристаллической решеткой, то есть мартенсит. Именно поэтому второй способ смены типа кристаллической решетки (полиморфного превращения) получил название мартенситного превращения.

Мартенситное превращение является одним из фундаментальных способов перестройки кристаллической решетки. Данный способ характерен для сталей, чистых металлов, полупроводников, цветных сплавов и полимеров всегда в случае перестройки решетки при отсутствии диффузии.

Если вернуться к примеру, с кубиками - атомами, то в случае с мартенситным превращением особенность заключается в том, что отсутствует диффузия и поэтому старое здание невозможно просто разобрать. Здесь кубики перемещаются без разрушения межатомных связей, то есть не отрываясь друг от друга и почти одновременно из старых положений в новые. Мартенситное превращение потому иногда называют сдвиговым, что такое согласованное и коллективное перемещение носит характер сдвига.Именно кооперативный сдвиг атомов приводит к неизбежному изменению формы объема сплава, а изменение формы и является главной особенностью мартенситного превращения.

С данной особенностью и связан эффект памяти сплавов, однако не все сплавы, которые претерпевают мартенситное превращение, могут обладать памятью. При мартенситном превращении изменение формы является необходимым условием, но все же недостаточным для проявления памяти.

Можно выделить три основных события в истории изучения мартенситных превращений, оказавших непосредственное влияние на формировании нового направления, которое занимается изучением эффекта памяти формы в сплавах и применением данного эффекта.

Первое из этих трех событий произошло в 1949 году, когда была опубликована статья Г.В. Курдюмова и Л.Г. Хандроса «О термоупругом равновесии при мартенситных превращениях» в журнале «Доклады Академии наук СССР».
В данной статье описывалась особенность мартенситного превращения в медном сплаве. Она заключалась в том, что при охлаждении этого медного сплава мартенситные кристаллы росли медленно, а при нагреве и вовсе постепенно исчезали. В данном случае, если провести аналогию с пружиной, можно сказать, что она способна останавливать рост кристалла прежде, чем разрушится сама. Подпружиненным оказывается кристалл мартенсита, что в свою очередь и обеспечивает динамическое равновесие границы между ним и исходной фазой. Получается, что если охлаждать, то граница будет смещаться в одну сторону, а если нагревать - в другую, т.е. обратную.
Описанное явление получило название термоупругого равновесия фаз в твердом теле. Стоит отметить, что изменением формы сопровождается и термоупругое мартенситное превращение, только в данном случае изменение имеет обратимый характер. И именно такое превращение и обеспечивает память металлов.
Второе событие относят к 1958 году, когда на Всемирной выставке в Брюсселе было представлено устройство двух американских ученых: Т. Рида и Д. Либермана. Основой такого устройства служил тонкий длинный стержень из золото-кадмиевого сплава. Один его конец был жестко закреплен в стойке в горизонтальном положении, а на другой вешали груз и под тяжестью он изгибался. Однако необычным было то, что когда стержень нагревали, то он выпрямлялся и спокойно поднимал груз, если же его охлаждали, то он снова становился изогнутым. Таким способом было наглядно продемонстрированно свойство памяти формы у металлов.
В начале 60-х годов в Америке произошло третье ключевое событие, когда в результате поиска прочного, относительно легкого и при этом имеющего способность работать в агрессивных средах, ученые создали сплав никеля с титаном в пропорции один к одному.Данный сплав при обработке проявил свойство памяти формы, о котором даже не подозревали. Эффект памяти проявлялся очень сильно и это открывало широкие перспективы для использования такого сплава.Новый материал получил название нитинол-производное от трех слов: никель, титан и название лаборатории НОЛ. Как стало известно позже, и в данном случае свойство памяти формы основывалось на мартенситном превращении.

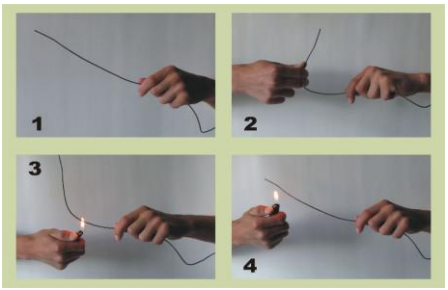

Рис. 1. Пример того как работают сплавы с эффектом памяти формы

Материалы с эффектом памяти формы и сферы их применения. В современном мире существуют сотни сплавов с мартенситным превращением, однако не все из них способны вспоминать свою форму. И известно лишь несколько сплавов, где эффект памяти формы может иметь практическое значение.

Наиболее перспективным и распространенным из всех материалов с памятью формы является нитинол. Именно нитинол часто используют в устройствах и приборах разного назначения. Так происходит еще и потому, что он имеет ряд других полезных свойств помимо памяти формы. Так нитинол обладает высокой коррозионной стойкостью, технологичностью и значительной прочностью.

Сферы применения сплавов с памятью формы достаточно различны. Так фирмой «Рейхем Корпорейшен» была разработана и внедрена втулка из никелида титана для соединения в военных самолетах труб гидравлической системы. Способ применения заключался в том, что в исходном состоянии при температуре 20 градусов по Цельсию втулка помещалась в криостат, где уже при температуре минус 196 градусов по Цельсию плунжером развальцовываются внутренние выступы и затем изнутри холодная втулка становится гладкой. Затем втулка вынимается специальными клещами из криостата и надевается на концы соединяемых труб. В данном случае комнатная температура будет служить температурой нагрева для данного сплава, поэтому внутренние выступы будут «вспоминать» свою первоначальную форму и выпрямляться, врезаясь при этом во внешнюю поверхность соединяемых труб.

Таким образом получается довольно прочное соединение, которое способно выдержать давление до 800 атм. Такой тип соединения заменяет собой сварку, предотвращая недостатки сварного шва. Помимо этого, метод можно применять при сборке конструкции, когда сварка труднодоступна из-за переплетения узлов и трубопроводов. Данные втулки нашли свое применение не только, а авиационной технике, но и космической, а также в автомобильной.

Металлы с эффектом памяти формы нашли свое применение в такой важной области нашей жизни, как медицина. С помощью металлов с таким свойством, как память формы были разработаны перчатки, которые применяются в процессе реабилитации, фильтры для введения в сосуды кровеносной системы, зажимы для защемления слабых вен, стержни для коррекции позвоночника при сколиозе, оправа для очков, ортопедические импланты, проволока для исправления зубного ряда и еще огромное множество других полезных и жизненно необходимых медицинских устройств.

Так же свойство эффекта памяти широко применяется в тепловых сигнализациях, а именно в пожарных сигнализациях, противопожарных заслонках, различных сигнальных устройствах для ванн, бойлерных баках тепловой регенерации. Также свойство широко применяется в автомобилестроении, а именно в системах для предотвращения выхлопа газов, которые содержат пары топлива, в устройствах для удаления тепла из радиатора, устройствах для включения противотуманных фар.

Металлы с эффектом памяти применяются и в других различных областях, например, для герметизации корпусов микросхем, изготовления кофеварок, электронных кухонных плит конвекционного типа, чувствительных клапанов кондиционера, при изготовлении электромагнитных кухонных комбайнов, и разнообразных зажимных инструментов. Также сплавы с таким свойством могут быть использованы в качестве рабочего тела холодильников и тепловых насосов.

Вывод. Изучение свойства памяти формы ведется и по сей день во многих странах мира, так как данное свойство имеет огромные перспективы в применении.

Уже сейчас благодаря металлам обладающим свойством памяти появилась возможность пользоваться такими устройствами в медицине, как искусственные мышцы, приводящиеся в действие электрическим током, фильтры для введения в сосуды кровеносной системы, стержни для коррекции позвоночника; в автомобилестроении, как системы предотвращения выхлопа газов, устройства для включения противотуманных фар; а также устройствами тепловых сигнализаций и другими.

А ведь еще совсем недавно применяемое свойство памяти формы в различных сплавах применялось фокусниками в трюке с изогнутым гвоздем, который сам распрямлялся в руках зрителя, для потехи публики.

Литература

1. В. Н. Хачин. Память формы. — М.: Знание, 1984
2. Лихачев В.А. Эффект памяти формы,1997
3. Васильев А.Н., Бучельников В.Д., Такаги Т., Ховайло В.В., Эстрин Э.И. Ферромагнетики с памятью формы Успехи физических наук, 2003
4. Сверхэлластичные сплавы с эффектом памяти формы в науке, технике и медицине. Справочно-библиографические издание. С.А Муслов, В.А. Андреев, А.Б. Бондарев, П.Ю. Сухочев. М., Издательский дом «Фолиум». 2010. 456 с.

Интернет-источники

1. http://www.autowelding.ru / профессиональный портал «Сварка. Резка. Металлообработка»
2. http://ru.wikipedia.org / Википедия — свободной энциклопедия

УДК 631.27

Киричевский Р.В., к.т.н., доц., Донченко В.Ю., ас.
ГУ "ЛНУ имени Тараса Шевченко", г. Луганск

СОЗДАНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ МОДЕЛИ ДЕТАЛИ ДЛЯ РАЗРОБОТКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Для обеспечения качества и надежности технологического процесса необходимо иметь определенную базу данных в рамках новых технологий, концепций и принципов проектирования, а также комплект первичных документов о составе, структуре и свойствах самого изделия. Все эти требования к детали или изделию можно описать в виде электронной модели.

Ключевые слова*: электронная модель, деталь, изделие, данные, САПР, трехмерная геометрическая модель.*

СЕКЦІЯ ІІІ
Проблеми розвитку техніки та технологій у промислових регіонах

Балицкий А.И., Колесников В.А., Елиаш Я. ВПЛИВ ПРОКОВЗУВАННЯ В УМОВАХ ТЕРТЯ КОЧЕННЯ НА ТРИБО ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВИСОКОАЗОТНИХ СТАЛЕЙ……51
Бердус А.Ю. УДОСКОНАЛЕННЯ І МОДЕРНІЗАЦІЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ СТО ТА АТП……54
Богомазова А.В., Дроздова О.О. РОЗРОБКА ОБ'ЄКТУ ДИЗАЙНУ НА ОСНОВІ ВПЛИВУ КОЛЬОРУ НА ФОРМОУТВОРЕННЯ……...60
Василенко Н.А., Василенко А.О. ПРИМЕНЕНИЕ ВЫСОКОДОЗОВОЙ ИОННОЙ ИМПЛАНТАЦИИ ДЛЯ УПРОЧНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ИНСТРУМЕНТА……64
Гутько Ю.І., Бер Р., Колесніков В.О. ВИКОРИСТАННЯ АДДИТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ТЕХНОЛОГІЙ ПРОТОТИПУВАННЯ У ЛИВАРНОМУ ВИРОБНИЦТВІ……....68
И.В. Доронин, В.М.Блинов, Ю.А. Лукина, П.Л.Алексеев, В.И. Антипов, М.Я.Соболев. ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ МОРФОЛОГИЮ ЧАСТИЦ ПЕРВИЧНЫХ КАРБИДОВ ПРИ РАДИАЛЬНО-СДВИГОВОЙ ПРОКАТКЕ БЫСТРОРЕЖУЩИХ СТАЛЕЙ……...71
Забавский А., Колесников В.А. СПЛАВЫ МЕТАЛЛОВ С ЭФФЕКТОМ ПАМЯТИ ФОРМЫ……72
Киричевский Р.В., Донченко В.Ю. СОЗДАНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ МОДЕЛИ ДЕТАЛИ ДЛЯ РАЗРОБОТКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ……....76
А.А. Климаш, Г.И. Соловьев, А.Н. Попович, А.В.Суворин. ДИЗАЙН И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГОРЕЛОК ДЛЯ КАТАЛИТИЧЕСКИ-СТАБИЛИЗИРОВАННОГО СЖИГАНИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ……80
Козловська Т.І., Іванова Н.В., Гретенс П.О. СУЧАСНІ ПРИСТРОЇ ТА ПРИЛАДИ ДЛЯ ЛЮДЕЙ З ОБМЕЖЕНИМИ ЗДАТНОСТЯМИ……82
Король А.Ю., ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЕОМЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ «ПАРНЫЕ ШТРЕКИ – ОЧИСТНОЙ ЗАБОЙ»……..86
Кравцов О.В., Колесніков В.О. СУЧАСНІ СТАН І ТЕНДЕНЦІЯ РОЗВИТКУ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ ……...91
Лукина Ю.А., Степанов А.В., Бобров Е.Н. ПРОИЗВОДСТВО ВЫСОКОПРОЧНЫХ ВАЛКОВ ГОРЯЧЕЙ ПРОКАТКИ ИЗ ЗАЭВТЕКТОИДНОЙ СТАЛИ 150ХНМ ДЛЯ ПРОКАТНЫХ СТАНОВ……...100
Мащенко С.В., Черный А.А., Гончаров В.В. ВЛИЯНИЕ ИМПЛАНТАЦИИ ИОНОВ ТИТАНА И АЗОТА НА КОРРОЗИОННУЮ СТОЙКОСТЬ СТАЛИ 12Х18Н10Т……..107
Панков А.А. ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ УНИВЕРСАЛЬНЫХ МОДУЛЬНЫХ МАШИН В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ……...108
Попович А.Н., Гончаров В.В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДВУХМЕРНОЙ ГРАФИКИ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОБЪЕМНЫХ МОДЕЛЕЙ НА ПРОГРАММИРУЕМОМ ФРЕЗЕРНОМ СТАНКЕ……...…..112
Рудь В.Д., Самчук Л.М., Гулієва Н.М. НОВИЙ ПОРИСТИЙ МАТЕРІАЛ ОТРИМАНИЙ МЕТОДОМ СВС……...……..114
Рябовол Ю.В., Гончаров В.В., Ненько М.В. ВЛИЯНИЕ ИМПЛАНТАЦИИ ИОНОВ ТИТАНА НА СМАЧИВАЕМОСТЬ СТАЛИ 12Х18Н10Т…….……116
Савинова В. В., Колесников В.А. ЖИДКИЕ КРИСТАЛЛЫ…….117
Соломатин Б.Н. СОЗВЕЗДИЕ СПУТНИКОВ КАК ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА…..…121
Татарінов В.Р., Колесніков В.О. СУЧАСНІ ЗАСОБИ СИГНАЛІЗАЦІЇ ТА ПРОТИУГІННІ СИСТЕМИ АВТОМОБІЛІВ……..124
Харченко Д.О. ЕЛЕКТРОФІЛЬНІ РЕАКЦІЇ ЗАМІЩЕННЯ В РЯДУ ПІРИДИНХАЛЬКОГЕНОНІВ……..133

ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ

VII МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО - ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

"ЕКОНОМІЧНІ, ЕКОЛОГІЧНІ ТА СОЦІАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ВУГІЛЬНИХ РЕГІОНІВ ЄВРОПИ ТА СНД"

26 травня 2014 р.

м. Краснодон

Матеріали

VII МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

"ЕКОНОМІЧНІ, ЕКОЛОГІЧНІ ТА СОЦІАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ВУГІЛЬНИХ РЕГІОНІВ ЄВРОПИ ТА СНД"

Редакційна колегія:	доц. Стьопіна О.Г.
	доц. Колесніков В.О.
Технічний редактор:	ас. Козлов І.О.
Відповідальні за випуск:	доц. Стьопіна О.Г.
	доц. Колесніков В.О.

Тексти статей друкуються в авторській редакції

Забавский А., Колесников В. Сплавы металлов с эффектом памяти формы // Матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції "Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів Європи та СНД" 26 травня, м. Краснодон. 2014 р. 73 -77 с.

Сплави металів з ефектом пам'яті форми

Metal alloys with form effect of memory

https://www.researchgate.net/publication/334537637_Zabavskij_A_Kolesnikov_V_Cplavy_metallov_s_effektom_pamati_formy_Materiali_VII_Miznarodnoi_naukovo-prakticnoi_konferencii_Ekonomicni_ekologicni_ta_socialni_problemi_vugilnih_regioniv_Evropi_ta_SND_26_