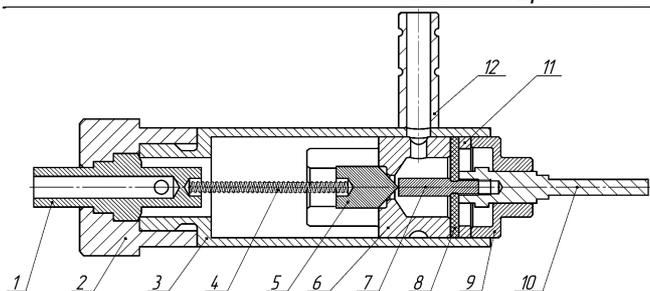


СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Материалы с эффектом памяти формы: справ. изд.: в 4т. / Редкол.: В.А. Лихачева и [др.]. – Санкт-Петербург: НИИХ СПбГУ, 1998. – Т. 2. – 374 с.
2. Фаткулина, Л.П. Сплавы с памятью формы на основе никелида титана // Технология легких сплавов. – 1990. – № 4. – С. 48.
3. Ситников, Н.Н. Изготовление и исследование аморфнокристаллических быстрозакаленных лент из сплава TiNiCu / Н.Н. Ситников, А.В. Шеляков, А.П. Менушенков // Труды XIX научно-технической конференции молодых ученых и специалистов. РКК «Энергия» им. С.П. Королева. – 2012. – Сер. XII. – В. 1–2. – С. 275.
4. Масленков, С.Б. Способ обработки изделий из сплавов на основе никелида титана для получения низкотемпературной обратной памяти формы / Институт металлургии им. А.А.Байкова. – Заявлено 20.04.87; Опубл. 15.07.89. Бюл. № 26.



1 – втулка; 2 – винтовая крышка; 3 – корпус; 4 – TiNi элемент; 5 – золотник; 6 – перепускная втулка; 7 – винт; 8 – мембрана; 9 – крышка; 10 – шток; 11 – кольцо; 12 – ниппель.

Рис. 4. Запорный клапан с TiNi исполнительным элементом

Материал поступил в редакцию 12.01.15

RUBANIK V.V., RUBANIK V.V. Jr., NEPOMNIJASHAJAV.V. The locking valve with the executive element from nikelid of the Titan

The design of the developed locking valve from TiNi an executive element regulating water inflow and working at achievement of a certain critical temperature is given in article. The description of its work is given.

The description of previously conducted researches on a choice of the modes of a task of the TiNi form to an element and heat treatment is provided, and also dependence of a thermal stream on temperature of a sample of a nikelid of the titan after processing is given.

Curves "tension – deformation of TiNi of an element" are presented. The analysis of these curves on the basis of which the most optimum mode of heat treatment of an executive element was chosen is carried out.

УДК620.179.1.05

Рубаник В.В., Рубаник В.В. мл., Лесота А.В.

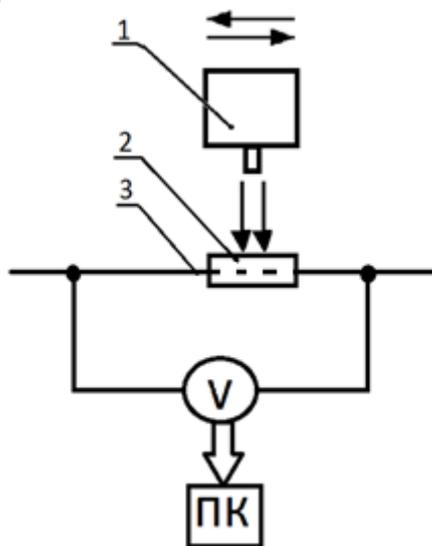
НЕРАЗРУШАЮЩИЙ МЕТОД И УСТРОЙСТВО КОНТРОЛЯ ОДНОРОДНОСТИ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ TiNi ИЗДЕЛИЙ

Введение. В настоящее время широкое практическое применение в различных отраслях науки и техники находят сплавы с термупругими фазовыми превращениями, в том числе на основе титана и никеля. В связи с этим представляется актуальной разработка методов и устройств контроля однородности физико-механических свойств протяженных, например проволочных, TiNi изделий.

В основу разработанного метода контроля положены результаты экспериментальных исследований по наведению термокинетической ЭДС в сплавах TiNi при прямом и обратном фазовом превращении [1, 2]. Одной из причин возникновения термокинетической ЭДС является протекание фазовых превращений, которые в сплавах с эффектом памяти формы, например никелиде титана, могут осуществляться при невысоких температурах [2].

Исследования по наведению термокинетической ЭДС при прямом фазовом переходе проводили на проволочных образцах Ti-49,77ат.% Ni, диаметром 0,25 мм, предварительно отожженных при температуре 700°С в течение двадцати минут и закаленных в воде. Характеристические температуры мартенситных переходов, определенные по температурным зависимостям теплового потока методом дифференциальной сканирующей калориметрии на DSC822e (METTLER TOLEDO), составили: $M_n = -21^{\circ}C$, $M_k = -30^{\circ}C$, $A_n = -9^{\circ}C$, $A_k = 1^{\circ}C$. То есть материал при комнатной температуре находился в аустенитном состоянии.

TiNi образцы длиной 420 мм закрепляли на специальной установке (рис. 1), позволяющей перемещать зону охлаждения со скоростью 2,5 мм/с. В процессе перемещения зоны охлаждения на нее воздействовали жидким азотом. В результате в зоне охлаждения инициировался прямой фазовый переход из аустенита в мартенсит (A→M), перемещение зоны охлаждения осуществлялось последовательно в противоположных направлениях. Места контакта образца с подводными проводами термоизолировали, сигнал с милливольтметра выводили на персональный компьютер.



1 – устройство для охлаждения; 2 – область охлаждения; 3 – проволочный образец

Рис. 1. Структурная схема измерительной установки

В результате исследования установлено, что в низкотемпературных сплавах TiNi в процессе перемещения зоны охлаждения с температурой ниже M_k вдоль проволочного образца с постоянной скоростью, возникает устойчивая термокинетическая ЭДС (рис. 2). Величина наведенной термокинетической ЭДС находится в интервале от 0,17 до 0,21 мВ (рис. 2а). Знак наведенной термокинетической ЭДС зависит от направления перемещения зоны охлаждения.

Лесота Анна Викторовна, младший научный сотрудник ЛФМ Государственного научного учреждения «Институт технической акустики НАН Беларуси».

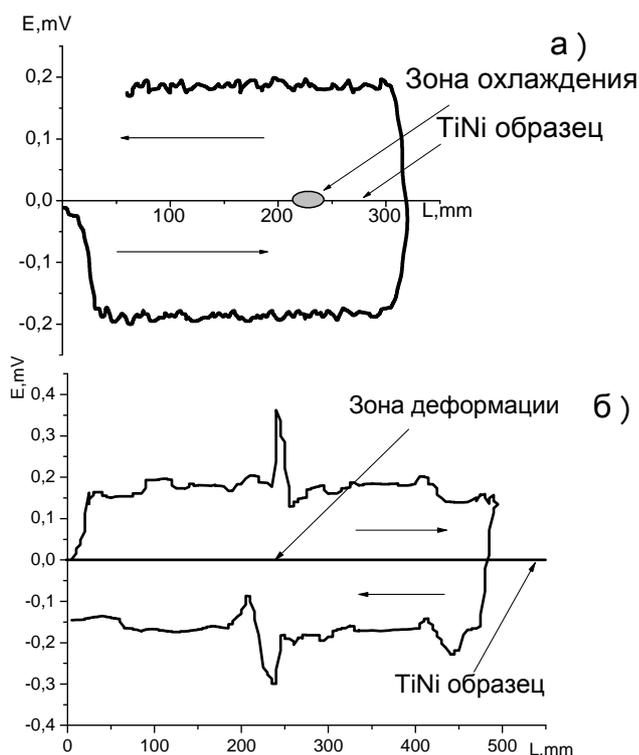


Рис. 2. Зависимость величины термокинетической ЭДС от местоположения зоны охлаждения в протяженном TiNi образце. Стрелками указано направление перемещения зоны охлаждения: а) без предварительной деформации образца; б) образец локально деформирован изгибом

В исследовании также рассматривалось влияние деформированных участков проволоки на значение наведенной термокинетической ЭДС. Образец никелида титана, как и в первом случае, перемещали с постоянной скоростью 2,5 мм/с последовательно в двух направлениях, при этом в фиксированной зоне охлаждения протекал прямой фазовый переход А→М. Образец TiNi предварительно локально деформировали изгибом. Установлено, что в месте деформации значение термокинетической ЭДС резко возрастает до 0,37 мВ (рис. 2б). Если в образце создать несколько деформированных участков, то при перемещении зоны охлаждения вдоль каждого из них наблюдается увеличение значения термокинетической ЭДС.

Наведение термокинетической ЭДС в результате прямого перехода проводилось также на проволочных образцах диаметром 0,6 мм, изначально находящихся в мартенситном состоянии. Для этого проволочные образцы равномерно по всей длине нагрели до 70°С, в результате чего по всей длине произошел обратный фазовый переход М→А, т.е. TiNi проволока оказалась в аустенитном состоянии. После этого вдоль проволочного образца перемещали зону охлаждения,

в которой инициировался прямой фазовый переход. Таким образом, наведение термокинетической ЭДС при прямом фазовом переходе можно инициировать и в образцах, изначально находящихся в мартенситном состоянии (рис. 3).

Представляло практический интерес выявление зависимости термокинетической ЭДС от диаметра TiNi проволоки постоянного химического состава. Исследования проводили на проволочном образце Ti-49,77ат.% Ni исходного диаметра 0,6 мм. Проволочный образец подвергали волочению до диаметра 0,28 мм по маршруту: 0,6→0,52→0,45→0,38→0,33→0,28 мм. На каждом этапе проводили промежуточный отжиг при температуре 700°С в течение двадцати минут и измеряли величину наведенной термокинетической ЭДС. Установлено, что при изменении диаметра проволоки в диапазоне 0,6–0,28 мм величина термокинетической ЭДС остается неизменной (рис. 4).

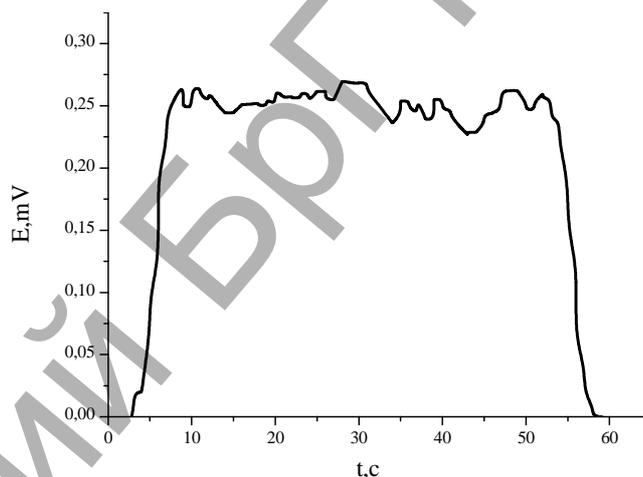


Рис. 3. Зависимость величины термокинетической ЭДС от времени при прямом фазовом переходе образца TiNi, изначально находившегося в мартенситном состоянии

На основании результатов данных исследований разработан метод и устройство определения неоднородных участков протяженных изделий TiNi, изначально находящихся в высокотемпературном аустенитном состоянии. Метод определения неоднородных деформационных участков заключается в протягивании протяженного TiNi изделия с постоянной скоростью через устройство, в котором оно локально подвергается охлаждению ниже температуры перехода материала в мартенситное состояние, с непрерывным измерением термокинетической ЭДС, возникающей в проволоке. В случае существования неоднородных участков в проволочном образце наблюдается резкий скачок значения термокинетической ЭДС. Таким образом, по изменению термокинетической ЭДС определяются участки изделия, в которых фазовый или химический состав отличается от заданного, а значит эти участки отличаются физическими свойствами и подлежат выбраковке.

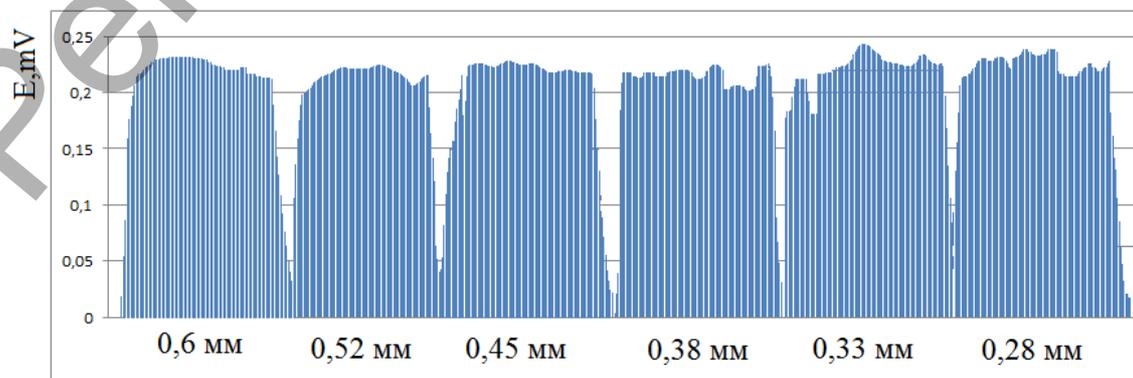


Рис. 4. Зависимость величины термокинетической ЭДС от диаметра TiNi проволоки

Устройство, реализующее предложенный способ контроля (рис. 5), состоит из подающего и принимающего блоков 1 и 7, термостатной камеры 4 и вольтметра 3 с двумя роликовыми контактами 2 и 5, соединенными с протяженным изделием из никелида титана 6.

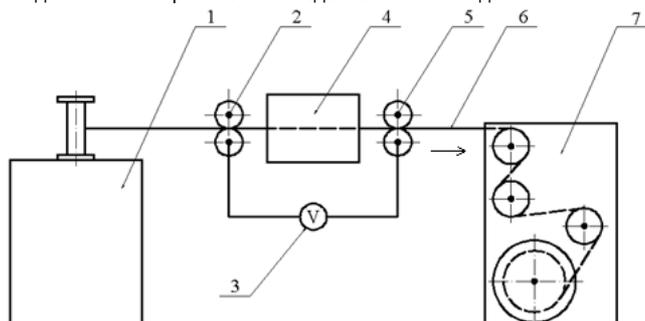


Рис. 5. Устройство для контроля качества протяженных TiNi изделий

Заключение. На основе полученных экспериментальных данных по наведению термокинетической ЭДС в сплавах никелида титана разработан метод и устройство неразрушающего контроля однородности физико-механических свойств протяженных, например проволочных, TiNi изделий, в исходном состоянии находящихся в аустените.

Предлагаемое техническое решение может быть использовано для контроля не только изделий из сплава с памятью формы, но и других сплавов. Необходимо только, чтобы в зоне охлаждения происходило фазовое (аллотропное) превращение.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Рубаник, В.В. Сплавы с эффектом памяти формы: свойства, технологии, перспективы / В.В. Рубаник, В.В. Рубаник мл., О.А. Легкоступов, А.В. Лесота – Витебск, 2014. – С. 33–35.
2. Рубаник, В.В. Письма о материалах / В.В. Рубаник, В.В. Рубаник мл., О.А. Петрова-Буркина – Уфа, 2012. – Т. 2, № 2. – С. 71–73.

Материал поступил в редакцию 01.12.14

RUBANIK V.V., RUBANIK V.V. JR., LESOTHO A.V. Nondestructive method and control unit of uniformity of physicomechanical TiNi properties of products

It is established that in the wire samples of a nikelid of the titan which are initially in an austenitic state when moving along the sample cooled (Mk is up to one temperature lower) a site there is a thermokinetic EMF caused by direct phase transformation. In the course of movement of a zone of cooling through the deformed sites the sharp increase in thermokinetic EMF is observed. Thus the quantity of the deformed sites thermokinetic EMF doesn't influence a sign and size.

On the basis of these researches the method and the device of definition of non-uniform sites of the extended products TiNi which are in a high-temperature austenitic state is developed. The method of definition of non-uniform deformation sites consists in drawing of extended TiNi of a product with a constant speed via the device in which it locally is exposed to cooling lower than temperature of transition of material to a martensitny state, with continuous measurement of the thermokinetic EMF arising in a wire. In case of existence of non-uniform sites in a wire sample sharp jump of value of thermokinetic EMF is observed. Thus, product sites in which the phase or chemical composition differs from set are determined by change of thermokinetic EMF, so these sites differ also in physical properties and are subject to rejection.

УДК 629:004.891

Иванов В.П., Уваров Г.А.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ БЕНЗИНОВЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Введение. Современные бензиновые автомобильные двигатели характеризуются высокой экономичностью и пониженным содержанием вредных веществ в отработавших газах. Эти показатели достигаются точным управлением составом топливовоздушной смеси и моментом ее поджига. Повышение эксплуатационных показателей достигнуто усложнением конструкции, использованием новых материалов, изменением концепции автомобилестроения в рамках системы CALS (Continuous Acquisition and Life Cycle Support – Непрерывная Поддержка Приобретения и Жизненного цикла) [1]. Эта экономически оправданная концепция предусматривает снижение себестоимости автомобилей за счет ограничения ресурса по наименее надежным их элементам при обеспечении безремонтной эксплуатации в течение 5–8 лет. Исследуя сложность диагностирования систем и механизмов современных автомобильных двигателей на универсальных диагностических постах, нами были выявлены проблемы локализации некоторых редких неисправностей, имеющих специфический характер, а также постепенных отказов, являющихся результатом сочетания нескольких факторов. В этих случаях результаты самодиагностирования в рамках считывания кодов неисправностей часто недостаточно достоверны. Трудность диагностирования объясняется тем, что не существует эффективных средств для идентификации таких неисправностей. Важным в таких условиях

представляется использование наукоемких методик получения и анализа диагностической информации.

Цель работы заключалась в повышении эффективности диагностирования путем совершенствования методики и разработки алгоритма поиска неисправностей с использованием автоматизированных средств анализа.

Диагностическая система. При определении состава диагностических средств были использованы методики отслеживания и анализа быстротекущих процессов, позволяющие выявлять причины, характеристики и локализацию нарушения процессов воспламенения и сгорания топливовоздушной смеси (рис. 1).

Аппаратная часть комплекса включает портативный компьютер ASUS с внутренней частотой 1,6 ГГц и ОЗУ 2 Гб, двухканальный цифровой USB-осциллограф DISCO-2 производства «Мотор-мастер» (Россия) с частотой дискретизации 100 кГц, а также универсальный OBD-сканер диагностических кодов Autocom CARS CDP+ компании ASUSTeK computer inc. (Швеция).

Бензиновые двигатели диагностировались по параметрам плазменной дуги, возникающей между контактами свечи зажигания, в совокупности с параметрами колебаний корпусной детали двигателя, динамическими параметрами отработанных газов, виброакустического сигнала, сопровождающего процессы воспламенения и

Иванов Владимир Петрович, д.т.н., профессор кафедры «Автомобильный транспорт» Полоцкого государственного университета, e-mail: ivprem@tut.by.

Уваров Герман Александрович, инженер кафедры «Автомобильный транспорт» Полоцкого государственного университета, e-mail: uvarov.german@mail.ru.

Беларусь, 211440, г. Новополоцк, Витебской обл., ул. Блохина, 29.