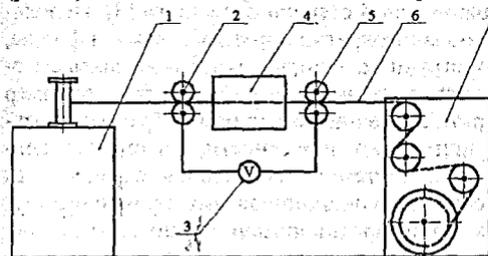


На основании данных исследований разработан метод и устройство определения неоднородных участков протяженных изделий TiNi, находящихся в высокотемпературном аустенитном состоянии. Метод определения неоднородных деформационных участков заключается в протягивании протяженного TiNi изделия с постоянной 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 и физическими свойствами и подлежат выбраковке.

На основе полученных экспериментальных данных разработано устройство (рис. 3), состоящее из подающего и принимающего блоков 1 и 7, термостатной



камеры 4 и вольтметра 3 с двумя роликовыми контактами к нему 2 и 5, подключающимися к изделию из никелида титана 6.

Рисунок 3 – Устройство для контроля качества протяженных TiNi изделий

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.

УДК 621.646.2

ЗАПОРНЫЙ КЛАПАН С TiNi ИСПОЛНИТЕЛЬНЫМ ЭЛЕМЕНТОМ

Рубаник В.В., Рубаник В.В. мл., Непомнящая В.В.

Институт технической акустики НАН Беларуси,

Витебск, Республика Беларусь;

Витебский технологический университет,

Витебск, Республика Беларусь

В настоящее время широкое практическое применение в различных отраслях промышленности находят сплавы, проявляющие эффект памяти формы, в частности, изделия с TiNi элементами. Работа их основана на проявлении эффекта сверхупругости или эффекта памяти формы (ЭПФ). Эффект памяти формы — способность восстанавливать исходную форму при нагреве через интервал мартенситных превращений после предварительного деформирования в низкотемпературной мартенситной фазе [1].

На сегодняшний день известно уже более десятка сплавов с памятью формы на базе разных элементов. Однако семейство нитиноловых остается самым распространенным. В них четко выражен эффект памяти формы, причем диапазон температур можно с хорошей точностью регулировать; вводя в сплав различные примеси. В стесненных условиях, когда свободный возврат деформации запрещен, элементы из сплавов с ЭПФ при нагреве в интервале мартенситного превращения развивают реактивные напряжения до 600–700 МПа, что на порядок превосходит уровень напряжений, генерируемых обычными материалами при нагреве в том же температурном интервале.

Элементы из сплавов с памятью формы на основе никелида титана способны в узком температурном интервале от 5 до 40 °С восстанавливать предварительные заданные однократные и обратимые деформации [2].

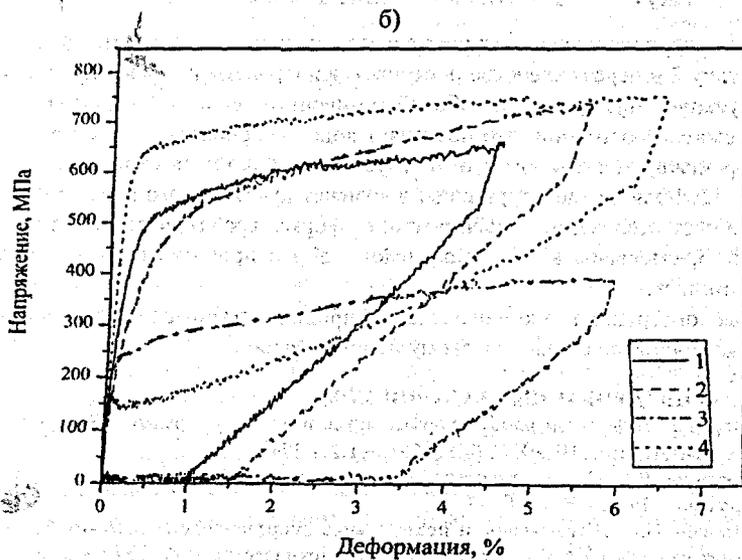
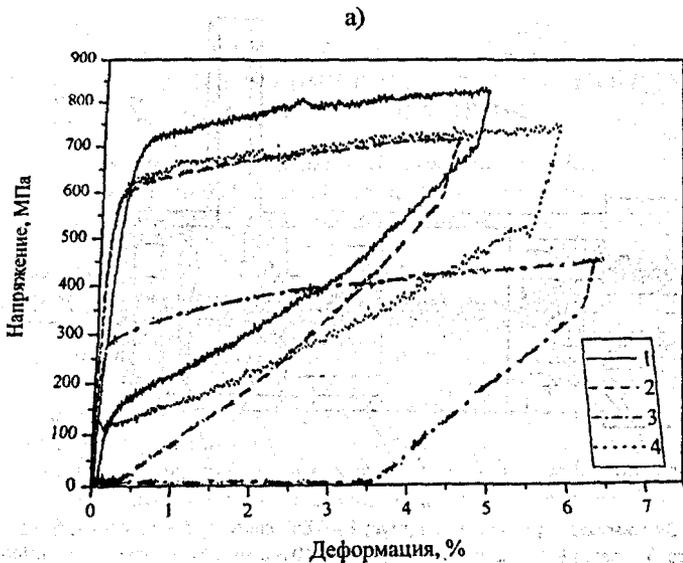
Металл, обладающий способностью к возврату деформаций, можно запрограммировать на довольно сложные движения и тем самым на совершение исполнительных функций почти неограниченной степени сложности [3]. Используя способность металла к проявлению многократно обратимой памяти формы, легко сделать трансформируемые конструкции, которые будут совершать саморазвертывание и самосборку, а отдельные исполнительные элементы, например пружины, будут многократно повторять движения самых разнообразных траекторий. Такие элементы аппаратуры применяют, в частности, в элементах контрольно-исполнительных механизмов в системах обеспечения безопасности различных технологических процессов и функционирования промышленных помещений (разъединители токовых сетей, противопожарные сигнальные системы и исполнительные элементы систем пожаротушения, сигнально – исполнительные элементы противопожарных и предохранительных клапанов в системах вентиляции) [4].

В настоящей работе приведена конструкция разработанного запорного клапана с TiNi исполнительным элементом, регулирующего поступление воды и срабатывающего при достижении определенной критической температуры.

За счет TiNi элемента разработанный запорный клапан уменьшает подачу воды, если критическая температура воды достигнет 48 ± 50 °С. Он может использоваться для монтажа и модернизации различных смесителей и душевых. Преимущество данного клапана заключается в быстрой и простой установке, совместимости с большинством кранов и душами.

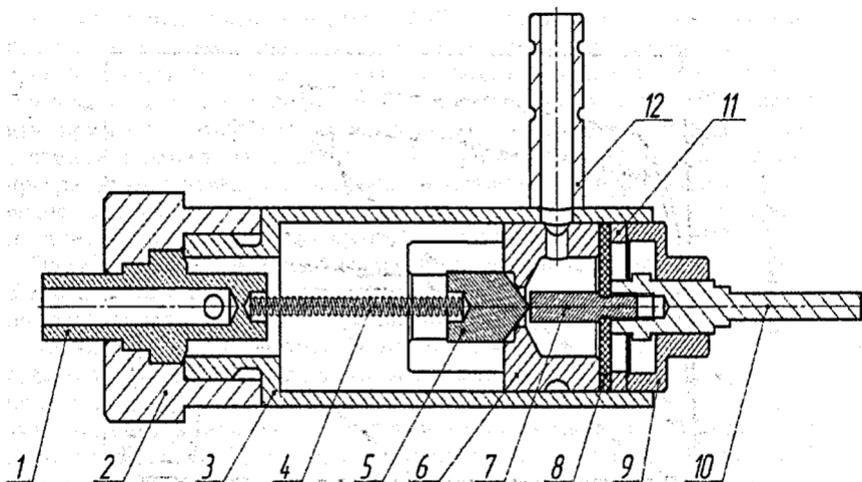
Предварительно были проведены исследования по выбору режимов задания формы TiNi элементу. Образцы исполнительного элемента подвергали термической обработке при температурах 400, 450, 500, 550 °С с выдержкой 1; 2; 3 часа и закалке в воде. Далее на испытательной машине ИП 5158-5 TiNi образцы подвергали нагрузке – разгрузке (рисунок 1).

Из анализа полученных данных выбран наиболее оптимальный режим задания формы: нагрев до 500 °С, выдержка 1 час и последующая закалка в воде. При данной температуре в образце развивается минимальное напряжение, которое соответствует фазовому пределу текучести, т.е. осуществляется переход от упругой деформации к пластической. Таким образом, образец отожженный при температуре 500 °С в течение 1 часа более пластичен и является лучшим вариантом для применения в конструкции разработанного запорного клапана (рисунок 2).



Температура отжига: 1 – 400 °С; 2 – 450 °С; 3 – 500 °С; 4 – отжиг 550 °С;
 Время термообработки: а) – 1 час; б) – 3 часа

Рисунок 1 – Кривые напряжение – деформация TiNi элемента



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

Рисунок 2 – Запорный клапан с TiNi исполнительным элементом

Работа запорного клапана осуществляется следующим образом. Вода подается во втулку 2 и через отверстие поступает непосредственно в корпус клапана 3 и перепускную втулку 6. При рабочей температуре воды TiNi элемент 4 находится в сжатом состоянии, что позволяет воде беспрепятственно поступать через зазор между золотником 5 и перепускной втулкой 6 в отверстие втулки и ниппель 12. Если температура воды достигнет критического значения 48 ± 50 °С, то за счет реализации эффекта памяти формы срабатывает TiNi элемент 4. Золотник 5, смещаясь вперед, закрывает зазор и предотвращает поступление воды в ниппель.

Данная конструкция запорного клапана прошла натурные испытания и может быть рекомендована к практическому использованию.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Материалы с эффектом памяти формы: справ. изд.: в 4 т. / 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 аморфно-кристаллических быстрозакаленных лент из сплава TiNiCu: труды XIX научно-технической конференции молодых ученых и специалистов / Н.Н. Ситников, А.В. Шеляков, А.П. Менушенков; РКК «Энергия» им. С.П. Королева. – 2012. – Сер. XII. В. 1-2. – С. 275.
4. Способ обработки изделий из сплавов на основе никелида титана для получения низкотемпературной обратимой памяти формы: пат. / С.Б. Масленков; заявитель Институт металлургии им. А.А. Байкова; заяв. 20.04.87; опубл. 15.07.89. // Офиц. Бюл. № 26.