

есть двойниковые границы имеют выпуклости. Такие клиновидные двойники не только не соответствуют классической модели с прямолинейными границами (рис. 1б), но их невозможно моделировать совокупностью одноименных дислокаций. На выпуклых участках границ возможны дислокационные реакции полных и двойнивающих дислокаций, гетерогенное зарождение двойнивающих дислокаций на дефектах структуры вблизи межфазной границы двойник-матрица. Развитие некогерентных двойниковых границ в металле в условиях предшествующего и сопутствующего скольжения зависит не только от характера и параметров нагружения, но и от локальных структурных особенностей в зоне деформирования кристалла.

Список литературы

- 1 Косевич, А. М. Дислокационная теория упругого двойникового кристаллов / А. М. Косевич, В. С. Бойко // Успехи физ. наук. – 1971. – Т. 104. № 2. – С. 201–254
- 2 Башмаков, В. И. Эволюция геометрии двойниковых границ в висмуте при увеличении нагрузки / В. И. Башмаков, Т. С. Чикова // Кристаллография. – 2002. – Т. 47, № 3. – С. 537–542
- 3 Башмаков, В. И. Двойникование и раздвойникование сдвойникованных кристаллов висмута и цинка при индентировании / В. И. Башмаков, Т. С. Чикова, Н. Н. Дуб // Вестник Тамбовского государственного университета. – 2003. – Т. 8, Вып 4. – С. 601–603
- 4 Гиндин, И. А. Экспериментальное определение формы и расчет поля напряжений заклинившихся двойниковых прослоек / И. А. Гиндин, Л. А. Чиркина // Физика твердого тела. – 1969 – Т. 11, № 1. – С. 120–123
- 5 Мазилова, Т. И. Тонкая структура когерентных двойниковых границ в металлах / Т. И. Мазилова, И. М. Михайловский, Е. И. Луговская // Физика низких температур. – 2000, – Т. 26, № 12, – С. 1241–1244
- 6 Лифшиц, И. М. О макроскопическом описании явления двойникового кристаллов / И. М. Лифшиц // Журн. exper. и теор. физики. – 1948. – Т. 18, Вып. 12. – С. 1134–1143

КОНСТРУКЦИЯ ТЕРМОЗАПОРНОГО КЛАПАНА С ИСПОЛНИТЕЛЬНЫМ ЭЛЕМЕНТОМ ИЗ НИКЕЛИДА ТИТАНА

Рубаник В.В. мл., Непомнящая В.В.

*Институт технической акустики НАН Беларуси
Витебск, Республика Беларусь;
Витебский государственный технологический университет,
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 обратного мартенситного превращения после предварительного деформирования в низкотемпературной мартенситной фазе [1]. На сегодняшний день известно уже более сотни сплавов с памятью формы на базе разных химических элементов. Однако семейство нитиноловых остается самым распространенным. Элементы из сплавов с памятью формы на основе никелида титана способны в узком температурном интервале от 5 до 40 °С восстанавливать предварительно заданные однократные и обратимые деформации [2].

В лаборатории перспективных материалов и технологий (ВГТУ, ИТА НАН Беларуси) разработан термозапорный клапан с TiNi исполнительным элементом, регулирующий поступление воды и срабатывающий при достижении определенной критической температуры [3]. Анализ работы различных по конструкции термозапорных клапанов показал, что все они имеют два общих недостатка. Первый - использование термочувствительных элементов относительно сложного конструктивного исполнения и одноразовый характер их использования, что диктует их необходимость всегда иметь запасные термочувствительные элементы. Учитывая большую номенклатуру клапанов, это приводит к значительным производственным расходам на изготовление, хранение и доставку этих термочувствительных элементов к месту их установки. Второй недостаток – сложность конструкции, что усложняет сборку, а так же требует специальных навыков и оборудования для правильной и точной сборки.

Данный термозапорный клапан был разработан с учетом существующих недостатков:

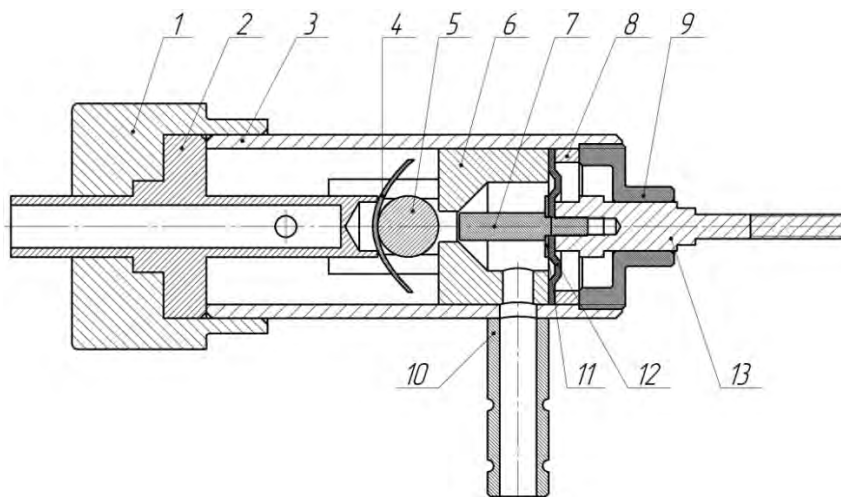
- Конструкция позволяет использовать термочувствительный элемент не один раз, а многократно, что является экономически эффективным;

- Конструкция не имеет сложных механизмов и сборку можно осуществить без специальных навыков и оборудования.

- За счет TiNi элемента термозапорный клапан прекращает подачу воды, если критическая температура её достигнет $48 \div 50$ °С.

- Надежность, совместимость с большинством кранов и душами.

Работа термозапорного клапана (рис. 1) 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 деформирован, что позволяет воде беспрепятственно поступать через зазор между шариком 5 и перепускной втулкой 6 в отверстие втулки и ниппель 10.



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

Рис. 1. Термозапорный клапан положение «открыто»

Если температура воды достигнет критического значения $48 \div 50$ °С, то за счет реализации эффекта памяти формы срабатывает TiNi элемент 4. Элемент принимает первоначальную прямую форму (рис. 2) при этом смещая шарик 5 вперед, закрывая зазор и предотвращая поступление воды в ниппель. Термозапорный клапан закрыт.

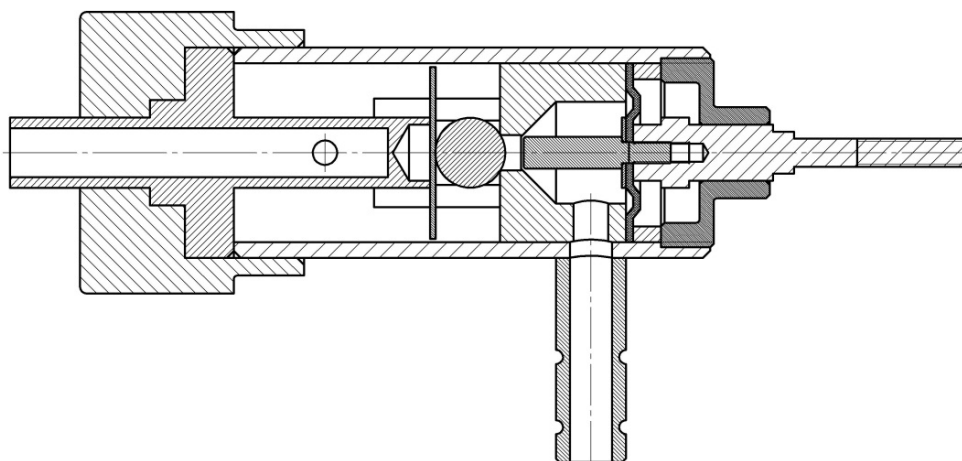
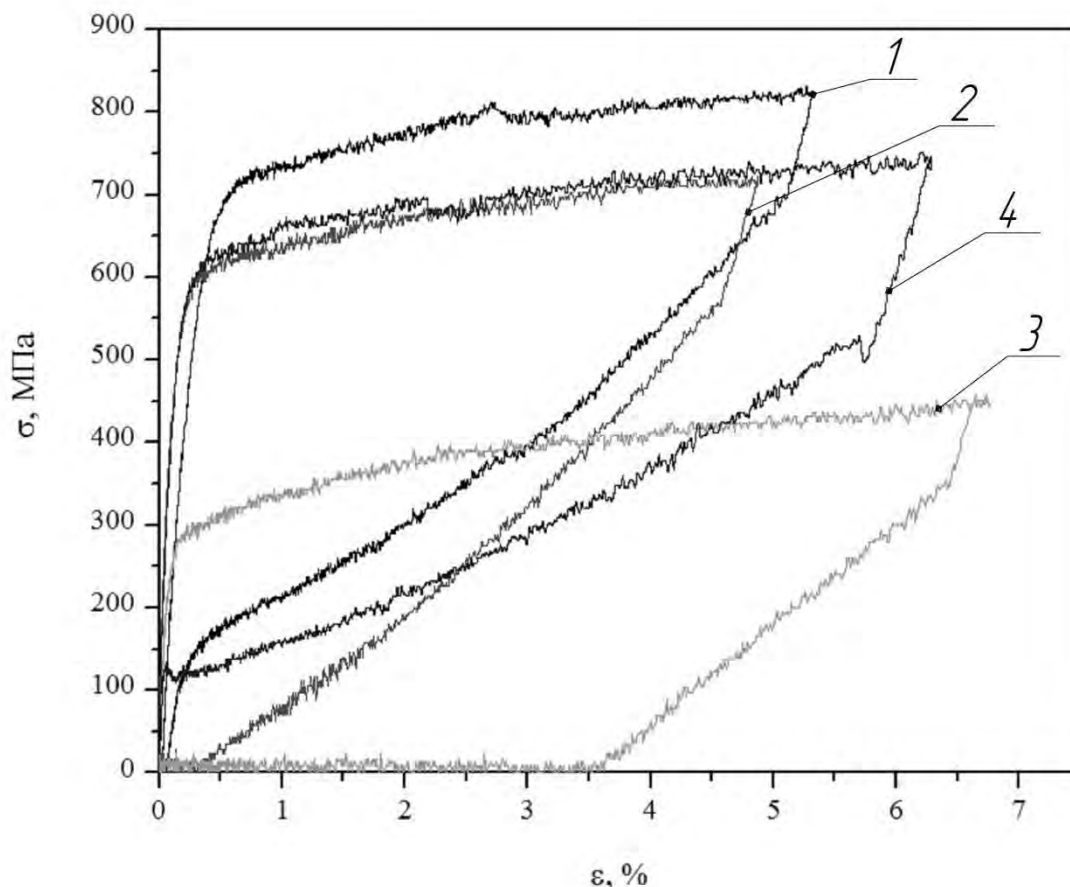


Рис. 2. Термозапорный клапан положение «закрыто»

Возврат TiNi исполнительного элемента в исходное рабочее состояние возможно лишь при уменьшении температур до $25 \div 30$ °С. Клапан взводится при приложении оператором небольшого усилия к штоку 13, который в свою очередь соединен неподвижно с винтом 7. Перемещаясь винт 7, толкает шарик 5, тот в свою очередь деформирует TiNi элемент в этом диапазоне температур, где усилия являются минимальными (рисунок 3, кривая 3). Термозапорный клапан открыт.



Температура отжига: 1 – 400 °С; 2 – 450 °С; 3 – 500 °С; 4 – отжиг 550 °С.
Время термообработки 1 час.

Рис. 3. Кривые напряжение – деформация TiNi элемента.

Предложенная конструкция термозапорного клапана с исполнительным элементом из никелида титана, обладающего эффектом памяти формы, может быть использована в системах подачи воды к блокам химического анализа на ТЭЦ, в смесителях и т.п. Соответствующая термическая обработка исполнительного TiNi элемента позволяет задавать необходимую температуру его срабатывания и величину развиваемых им механических усилий.

Список литературы

1. Материалы с эффектом памяти формы: справ. изд.: в 4т. / редкол.: Лихачева В.А. и [др.]. Санкт-Петербург: НИИХ СПбГУ, 1998. - Т.2.–374с.
2. Фаткулина, Л.П. Сплавы с памятью формы на основе никелида титана // Технология легких сплавов. – 1990. – № 4. – С.48.
3. Рубаник В.В. Запорный клапан с TiNi исполнительным элементом / Рубаник В.В. мл., Непомнящая В.В. // Международная научно – техническая конференция «Новые технологии и материалы, автоматизация производства»: материалы конференции / УО «Брестский государственный технический университет» - Брест, 2014. – С. 93–96.

GIANT INTERNAL FRICTION IN SUPERELASTIC FeMnAl(Ni) ALLOYS

Khovaylo V.V.^{1*}, Golovin I.S.¹, Lyange M.V.¹ Omori T.², Kainuma R.²

¹*National University of Science and Technology “MIS&S”, Moscow, Russia*

²*Department of Materials Science, Graduate School of Engineering, Tohoku University, Sendai, Japan*

khovaylo@misis.ru

Recently, it has been found that FeMnAl-based ferrous alloys demonstrate well-defined superelastic properties in a wide range of temperatures. The uniqueness of these materials is a weak dependence of the superelastic stress on temperature which is thought to originate from a small transformation entropy change [1].

Here we report on internal friction in these materials. The internal friction was studied by a Dynamic Mechanical Analysis (DMA) instrument at different frequencies and amplitudes of external load and in a temperature range from 300 to 473 K. Experimental results obtained for Fe_{43.5}Mn₃₄Al₁₅Ni_{7.5} samples showed that internal friction in a sample quenched from 1473 K and in a sample subjected to the subsequent aging at 473 K for 6 h is essentially the same. In both the samples, internal friction drastically increases when the deformation exceeds 0.1%. This increase is due to the stress induced martensitic transformation. A record value of the internal friction, $Q^{-1} \sim 0.3$ was achieved at room temperature.

1. T. Omori, et. al, Science 333 (2011) 68.