

УДК 629.12-8:669.018.6

**ТЕРМОСТАТИЧНИЙ КОНДЕНСАТОВІДВІДНИК З ЕФЕКТОМ  
ТЕРМОМЕХАНІЧНОЇ ПАМ'ЯТІ ФОРМИ****Пилипчак В. І.***доцент кафедри технічної теплофізики та суднових паровиробних установок  
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова***Єпіфанов О. А.***кандидат технічних наук,  
доцент кафедри технічної теплофізики та суднових паровиробних установок  
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова  
м. Миколаїв, Україна  
epifanov.nuk@gmail.com.*

**Анотація.** Досліджено вплив способу виготовлення пружинних силових елементів із конструкційного сплаву ВСП-1 з ефектом термомеханічної пам'яті форми на основі інтерметаліду титан-нікель на їх деформаційно-силові характеристики. Встановлено, що деформаційно-силові характеристики пружинних силових елементів на основі інтерметаліду титан-нікель залежать від їх геометричних параметрів (діаметрів дроту та пружини, кроку навивки), способу термообробки та кількості циклів термосилового циклування. Наведено опис конструкції термостатичного конденсатовідвідника, розробленого на основі досліджень характеристик силових приводів із сплавів з ефектом пам'яті форми.

**Ключові слова:** термостатичний конденсатовідвідник, силовий привід, сплав з ефектом пам'яті форми.

**Вступ.** У суднових системах паропостачання найбільш широко використовуються поплавкові, термодинамічні та термостатичні (з термосиловим приводом робочого органу у вигляді сільфону) конденсатовідвідники [1, 283]. Основні недоліки цих типів конденсатовідвідників: втрати теплової енергії з прольотною парою; великі габарити та металоемність (поплавкові); невисока надійність роботи (в особливості термостатичних). Найбільш прийнятними, з точки зору енергоефективності, є термостатичні конденсатовідвідники. У них прольот пари відсутній. Термосиловий привід запірного органу (тарілки клапану) одночасно виконує функції силового приводу та датчика температури. Низька надійність роботи сільфону викликала необхідність створення більш надійних термосилових приводів.

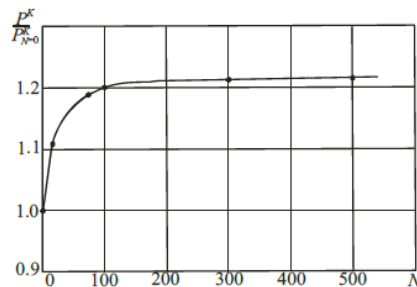
У роботи [2] показано, що для конденсатовідвідників найбільш прийнятним термосиловим приводом є циліндрична пружина стиснення, виготовлена з нікеліду титану марки ВСП-1. Середній діаметр пружини 6,3 мм, діаметр дроту 2 мм. Крок навивки термосилового елемента при термообробці в печі складає 8 мм. Проведене після термообробки термосилового циклування (ТСЦ) пружинних елементів дозволило виявити зворотний ефект пам'яті форми. Він проявляється в самодовільному стисненні пружини при охолодженні її нижче температури прямого фазового перетворення. Крім того, показано, що при цьому максимальне корисне зусилля, яке розвиває пружинний елемент при нагріві його вище температури зворотного мартенситного перетворення, зростає.

**Мета роботи** – визначення доцільної кількості циклів термосилового циклування пружинного силового елемента та розробка конструкції термостатичного конденсатовідвідника з ефектом термомеханічної пам'яті форми.

**Основна частина.** Цикл ТСЦ – це нагрів термосилового елемента, стиснутого до зіткнення витків, до температури вище температури зворотного мартенситного перетворення з послідовним охолодженням до температури нижче температури прямого фазового

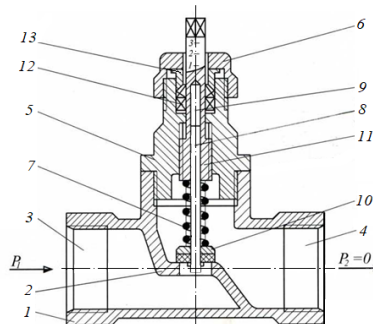
перетворення. Дослідження деформаційно-силових характеристик пружинного зразка визначались на спеціальній експериментальній установці за методикою, що наведена в [2]. Дослідження проводились з пружинним силовим елементом, який має чотири витка. Геометричні характеристики пружини наведені вище. Результати досліджень показали, що пружинний силовий елемент, що пройшов ТСЦ з кількістю циклів не менше 100, має довільну осадку 60...70 % від максимально можливої (до зіткнення витків) при його охолодженні нижче температури прямого фазового перетворення. Крім того, корисне зусилля ( $P^k$ ), яке він розвиває при виникненні прямого ефекту пам'яті форми (нагрів до температури вище температури зворотного мартенситного перетворення), вище зусилля  $P^k_{N=0}$ , яке він розвиває без ТСЦ, на 20 % (рис. 1).

З рис. 1 видно, що доцільна кількість циклів ТСЦ не перевищує 100. При збільшенні кількості циклів більше 100 величина корисного зусилля збільшується незначно. При дослідженнях також встановлено, що термосилові елементи з подвійним ефектом пам'яті форми мають дуже низьку інерційність. Час відновлення форми термосилового елемента при температурі вище температури початку зворотного фазового перетворення не перевищує 1 с. Використання таких термосилових елементів у якості термосилових приводів робочого органу дозволило створити конструкції енергетично ефективних конденсаторівідвідників з подвійним ефектом пам'яті форми, які мають значно менші масогабаритні показники, ніж поплавкові конденсаторівідвідники.



**Рис. 1.** Залежність відносного корисного зусилля пружини з кроком навивки  $4d$  від кількості термоциклів

На рис. 2 показано переріз муфтового термостатичного конденсаторівідвідника з ефектом термомеханічної пам'яті форми. Конструкція термостатичного конденсаторівідвідника з ефектом пам'яті форми захищена патентом України [3]. Зіставлення масогабаритних показників розробленого та поплавкового (фірма «Armstrong») конденсаторівідвідників з однаковим діаметром умовного проходу ( $dy_{20}$ ) показало, що маса термостатичного конденсаторівідвідника менше в 6,5 рази. Висота та ширина менше майже в 2 рази.



**Рис.2.** Поперечний переріз муфтового термостатичного конденсаторівідвідника з ефектом термомеханічної пам'яті форми: 1 – корпус; 2 – сідло; 3, 4 – вхідний і вихідний канали; 5 – головка; 6 – накидна гайка; 7 – пружина з ефектом пам'яті форми; 8 – шток; 9 – глухий отвір; 10 – тарілка; 11 – регулювальний шток; 12 – набивка; 13 – ґрундбуksа

**Висновки** 1. Доцільна кількість циклів ТСЦ складає 100. При цьому величина корисного зусилля, яке розвиває пружинний силовий елемент із нікеліду титану марки ВСП-1 (діаметр дроту 2 мм) при виникненні прямого ефекту пам'яті форми, вище зусилля, яке він розвиває без ТСЦ, на 20 %.

2. ТСЦ пружинного силового елемента з кількістю циклів не менше 100 забезпечує його довільну осадку в межах 60...70 % від максимально можливої (до зіткнення витків) при температурах нижче температури прямого фазового перетворення.

3. Термосилові приводи з подвійним ефектом пам'яті форми мають низьку інерційність. Час відновлення форми привода при температурі вище температури зворотного фазового перетворення не перевищує 1 с.

4. Конденсатовідвідники з термосиловим приводом з подвійним ефектом пам'яті форми мають значно менші масогабаритні показники при порівнянні з поплавковими конденсатовідвідниками.

#### ЛІТЕРАТУРА

[1]. Костылев.И.И., Петухов В.А. Судовые системы: учебник – СПб.: Изд-во ГМА им. адм. С.О. Макарова, 2010, – 420 с.

[2]. Исследование влияния геометрических параметров на характеристики силовых элементов из сплавов с эффектом памяти формы / А.К. Албантов, В.И. Пилипчак, В.А. Полищук, В.В. Ершов, В.Н. Мирошниченко // Зб. наук. праць УДМТУ. – Миколаїв, УДМТУ, 2002. – № 1 (379). – С. 46-51.

[3]. Патент 557568А України. Термостатичний конденсато-відвідник / В.І. Пилипчак (Україна). – Заявлено 11.06.2002. Надруковано 15.04.2003. Бюл. № 4.

#### **Thermostatic Steam Trap With Thermomechanical Shape Memory Effect**

Pilipchak V. I., Yerpifanov O. A.

Admiral Makarov National University of Shipbuilding,

**Abstract.** The influence of the method of manufacturing spring power elements from the VSP-1 structural alloy with the effect of thermomechanical shape memory based on titanium-nickel intermetallic compound on their deformation-force characteristics has been studied. The design of a new type of thermostatic steam trap with a thermal power drive of the executive body in the form of a spring power element with direct and reverse shape memory effects has been developed.

**Keywords:** thermostatic steam trap, shape memory effect, titanium-nickel intermetallic compound, spring power element, deformation-force characteristics, heat treatment, thermal force cycling.