



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **17994** (13) **U**
(51) МПК (2006)
F03G 7/06

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ТЕРМОПРИВІД КЛАПАНА ТРУБОПРОВОДУ

1

(21) u200604952

(22) 04.05.2006

(24) 16.10.2006

(46) 16.10.2006, Бюл. № 10, 2006 р.

(72) Українець Анатолій Іванович, Шестеренко Володимир Євгенович

(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

(57) Термопривід клапана трубопроводу, що містить силовий елемент із сплаву з ефектом пам'яті форми, який **відрізняється** тим, що в конструкцію введено термочутливий елемент безпосереднього

2

електронагрівання з безконтактним регулюванням струму і температури шляхом перерозподілу магнітного потоку в стержнях тристержневого магнітопроводу, один із стержнів якого має повітряний зазор, а другий - рухомий елемент, що фіксується феромагнітним підшипником ковзання, хвостова частина рухомого елемента виконана у вигляді конічної немагнітної вставки, рухомий елемент є виконавчим органом і діє на шток клапана, термочутливий елемент із сплаву з ефектом пам'яті форми виконаний як циліндрична пружина, всередині якої розміщений стержень магнітопроводу.

Корисна модель відноситься до пристроїв, що використовують відновлювальні джерела енергії, а також може використовуватися на електростанціях та в котельнях, що скидають теплі води в басейни.

Відомий термопривід [Ав. св. СРСР №850914, опубл. 30.07.81. Бюл. №28]. Недоліками зазначеного пристрою є обмежений термін роботи, оскільки він сконструйований на основі сальфонів.

За найближчий аналог вибрано пристрій для перетворення теплової енергії в механічну, що містить силові елементи із сплаву з ефектом пам'яті форми [Патент США №4086769 від 2.08.1978, 60-527.]

Недоліком найближчого аналога є складність конструкції і неможливість використання привода в умовах підвищеної корозійної небезпеки, а також у вибухонебезпечних приміщеннях класу В - Іа, В - Іб, тощо.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення простого, надійного і довговічного термопривіда клапана трубопроводу, який міг би застосовуватися при підвищеній вологості, а також у вибухонебезпечних приміщеннях.

Поставлена задача вирішується тим, що в термоприводі клапана трубопроводу, який містить силовий елемент із сплаву з ефектом пам'яті форми, відповідно до винаходу, в конструкцію введено термочутливий елемент безпосереднього електронагрівання з безконтактним регулюванням струму і температури шляхом перерозподілу магнітного потоку в стержнях тристержневого магніто-

проводу, один із стержнів якого має повітряний зазор, а другий - рухомий елемент, що фіксується феромагнітним підшипником ковзання, хвостова частина рухомого елемента виконана у вигляді конічної немагнітної вставки, рухомий елемент є виконавчим органом і діє на шток клапана, термочутливий елемент із сплаву з ефектом пам'яті форми виконаний як циліндрична пружина, всередині якої розміщено стержень магнітопроводу.

Причинно-наслідковий зв'язок між запропонованими ознаками і технічним результатом. Для сплавів з ефектом "пам'яті форми" характерна наделастичність (гумоподібна поведінка). Цей ефект проявляється, якщо мартенситне перетворення відбувається під дією зовнішнього навантаження. В результаті спостерігається значна деформація сплаву. При цьому величина зворотної деформації на порядок вище, ніж у кращих пружинних матеріалів.

Сплави з ЕПФ мають надвисоку циклічну міцність. Вони витримують значні знакозмінні навантаження. "Довговічність" виробів із сплавів з ЕПФ може бути в тисячі разів вищою, ніж у традиційних матеріалів. Циклічна стійкість забезпечується особливим механізмом мартенситного перетворення, що не супроводжується порушенням міжатомних зв'язків. Не відбувається накопичення дефектів структури, які призводять до виникнення тріщин та руйнувань. Ефект пам'яті форми характерний для всіх сплавів, в яких перетворення у висхідну фазу після деформації протікає по мартенситному ме-

(13) **U**
(11) **17994**
(19) **UA**

ханізму. Але надпружність виявляється тільки у деяких сплавів.

Найяскравіша ця якість у сплаві нікеля з титаном - нітинолі. Вироби зі сплаву нагрівають для переходу у високотемпературну модифікацію і в цьому стані їм надають визначену форму. Потім сплав охолоджується нижче критичної температури і переходить в іншу, низькотемпературну фазу. Таке перетворення нагадує термодпружне мартенситне перетворення. Якщо виріб із сплаву в мартенситному стані піддати повторній пластичній деформації (допускається ступінь деформації до 6% і більше), а потім його нагріти, переводячи знову у високотемпературну модифікацію, то завдяки зворотному мартенситному перетворенню він прийме свою первинну форму, що була надана йому при першій деформації у стані високотемпературної модифікації.

Для порівняння подібних матеріалів наведемо основні характеристики нітинола-55 (55% Ni) : нітинол-55 має температуру плавлення 1292°C, магнітну проникність менше 1,002, межа міцності 870 Н/мм², межа витривалості на базі 10⁷ циклів 490 Н/мм².

При нагріванні в процесі зворотного мартенситного перетворення сплав різко зміцнюється. Це проявляється в збільшенні модуля пружності в 3-4 рази до 8,4·10⁴ Н/мм² та межі текучості в 6-7 разів до 630 Н/мм². Нітинол-55 після деформації у мартенситному стані на 6-8% завжди дає 100% вертання. Деформація матеріалу вище 8% дає до 80% вертання, що в більшості випадків задовольняє вимогам при застосуванні.

Вертання до вихідної форми відбувається у дві стадії: пружне вертання, що складає біля 20% заданої деформації, та термопластичне вертання, коли знищуються залишки 80% вертання деформації. У проволочі діаметром 0,4-0,5мм, попередньо деформованій на 8%, у процесі вертання генерується напруга до 600 Н/мм². При цьому може виконуватися значна механічна робота на одиницю маси сплаву.

Змінюючи в сплаві вміст титану та нікеля і, додаючи легуючі присадки, можна впливати на температуру фазового перетворення в межах від 110 до 600° K [2].

Ефект пам'яті форми виявлено також у сплавах Cu-Al-Ni з 12-16% Al, 0-10% Ni; Al-Fe-Cu з 12-16,5% Al, 0,5-3,9% Fe, інше Cu; Cu-Al-Mn. Ці матеріали також характеризуються здатністю у вузькому температурному інтервалі ±10° K переходити з одного фазового стану (пластичного) в інший фазний стан (надпружний) і навпаки. Температура фазового перетворення визначається складом сплавів та їх термообробкою.

Завдяки тому що нітинол має значну ударну в'язкість, високу межу витривалості, легко кується, добре демпфує вібрацію, не кородує навіть у морській воді, не окислюється при нагріванні до температури 880° K, не розтріскується під напругою та немагнітний, із цього матеріалу можна виконувати силовий елемент привода.

Технічна суть запропонованого термопривіда пояснюється кресленням, на якому зображено:

Фіг.1 - конструкція привода, розріз.

Привод містить магнітопровід 1 з паралель-

ною магнітною віткою з постійним магнітним опором "А" та віткою із змінним опором "Б", первинної обмотки 2, рухомого елемента 3, що діє на клапан, немагнітної вставки 5 рухомого елемента, підшипника 4. Короткозамкнена вторинна обмотка містить термочутливий елемент із матеріалу з ЕПФ 9, пружини 7, контактні шайби 6 і 8.

Магнітопровід має дві вторинні паралельні магнітні вітки. Одна вітка "Б" виконана із змінним магнітним опором по координаті переміщення виконавчого органа, а друга "А" із постійним магнітним опором.

Привод працює таким чином. При подачі напруги на первинну обмотку 2 трансформатора, по ній буде проходити струм, який в магнітопроводі 1 індукуює змінний магнітний потік Φ , що практично дорівнює сумі потоків паралельних вторинних віток "А" та "Б". Потік зчеплення в короткозамкненій вторинній обмотці індукуює струм. Величина цього струму значно більша первинного струму, що і дозволяє пряме нагрівання термоелемента 9. Термоелемент спрацьовує, переміщує рухомий елемент 3, який, в свою чергу, діє на клапан із значним зусиллям.

В перший момент підключення магнітний потік вторинної обмотки буде замикатися через підшипник 4, ферромагнітний елемент 3, стержень "Б" магнітопровода і далі по магнітопроводу. Магнітний опір цієї вітки вибирається меншим, ніж опір вітки "А", тому на початку $\Phi_2 > \Phi_1$. При поновленні форми термоелементом в магнітну вітку буде введена вставка 5, потік Φ_2 зменшиться до необхідної величини, зумовленої допустимим вторинним струмом, тобто допустимим нагріванням матеріалу. Значна частина потоку буде замикатися через вітку "А", чим досягається автоматичне безконтактне регулювання споживання електроенергії і допустиме нагрівання в режимі утримання привода в робочому стані.

При знятті напруги з первинної обмотки, струм в термоелементі зникає, термоелемент охолоджується і, коли його температура досягає точки початку прямого мартенситного перетворення і він втрачає пружність, пружини 7 повертають термоелемент 9 та рухомий елемент 3 у вихідний стан, що дозволяє клапану переміститися у зворотному напрямі. Привод підготовлений до другого робочого циклу.

Коефіцієнт корисної дії силового елемента

$$\eta = \frac{\ln(1+\varepsilon)}{\varepsilon} \cdot \frac{1}{T_0} \cdot \frac{1}{\frac{1}{\Delta T_0} + \frac{C_p}{\Delta Q}}$$

де ε - відносна лінійна деформація силового елемента,

ΔQ - прихована теплота мартенситного перетворення,

T_0 , ΔT_0 - відповідно температура термодинамічної рівноваги та її зміщення, викликане зовнішнім навантаженням.

C_p - теплоємність матеріалу з ЕПФ,

Привод забезпечує зусилля в сотні н'ютонів і хід штока в десятки сантиметрів і може використовуватися на задвижках трубопроводів. Оскільки регулювання струму відбувається шляхом зміни

магнітного потоку, в приводі відсутні контактні елементи, а це дозволяє використовувати його у

вибухонебезпечних приміщеннях. Привод нечутливий до підвищеної вологості приміщення.

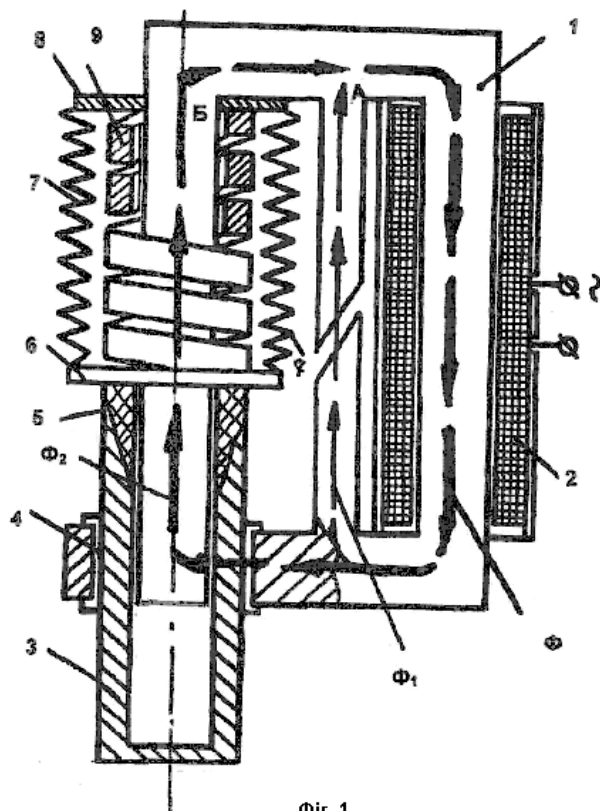


Fig. 1