



УКРАЇНА

(19) UA (11) 62589 (13) U
(51) МПК
H05B 6/10 (2006.01)
F24H 1/10 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ІНДУКЦІЙНОГО НАГРІВУ РІДИНИ В ТРУБОПРОВОДІ

1

(21) u201014081

(22) 26.11.2010

(24) 12.09.2011

(46) 12.09.2011, Бюл.№ 17, 2011 р.

(72) МУДРИК АНДРІЙ МИКОЛАЙОВИЧ

(73) МУДРИК АНДРІЙ МИКОЛАЙОВИЧ

(57) 1. Пристрій для індукційного нагріву рідини в трубопроводі, що містить послідовно з'єднані регулятор змінного струму, індукційний нагрівач, що має щонайменше одну індукційну обмотку з електротеплоізоляційною прокладкою, що охоплює циліндричну магнітопровідну ємність, що має зв'язані з трубопроводом вхідний і вихідний патрубки, перший термодатчик, механічно закріплений на вхідній магістралі трубопроводу, який **відрізняється** тим, що в нього введені як регулятор змінного струму послідовно з'єднані випрямляч змінного струму та інвертор, вихід якого підключений до електричного входу індукційного нагрівача, а другий вхід - до виходу блока керування інвертором, другий термодатчик, механічно закріплений на вхідній магістралі трубопроводу, виходи першого і другого термодатчиків з'єднані з входами вузла порівняння температур, один з виходів останнього підключений до входу блока керування інвертором, а другий - до входу блока керування насосом, вихід блока керування насосом з'єднаний з керую-

2

чим входом насоса, а в індукційному нагрівачі щонайменше одна індукційна обмотка, укладена в герметичний циліндричний корпус з електротеплоізоляційними прокладками, розміщена всередині циліндричної магнітопровідної ємності, всередині ємності закріплені також щонайменше один циліндричний сердечник, нагрівач із феромагнітної речовини, що нагрівається, розташовані відповідно уздовж поздовжньої магнітопровідної циліндричної ємності, зовні індукційний нагрівач укладений до магнітопровідного екрану, а потім - в теплоізоляційний кожух, причому, зазначена магнітопровідна ємність виготовлена з магнітопровідного матеріалу, корпус внутрішнього індукційного сердечника і розподільники потоку рідини, що нагрівається, виготовлені з феромагнітної сталі чи феромагнетиків.

2. Пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що в індукційному нагрівачі розміщено щонайменше один внутрішній індукційний нагрівач, кожна обмотка поміщена в герметичний циліндричний корпус і обмотки закріплені в магнітопровідній ємності, корпус внутрішнього індукційного сердечника і нагрівачі - розподільники потоку рідини, що нагрівається, виготовлені з феромагнітної сталі чи феромагнетиків.

Корисна модель належить до електротехніки і може бути використана в системах опалення та водопостачання.

Відомо пристрій для індукційного нагріву рідини, що являє собою заглибний водонагрівач, що містить індукційну обмотку, укладену в герметичну оболонку, що складається з внутрішнього та зовнішнього трубчастих елементів, з'єднаних по торцях фланцями, причому внутрішній трубчастий елемент виконаний у вигляді набору окремих труб, встановлених за твірними циліндра впритул один до одного, а кожна пара труб герметично з'єднана пластиною, розташованою по всій довжині труб по дотичній до їх зовнішньої поверхні (а.с. СРСР N 1760653, H05B 6/10, 1992 р.).

Проте відомий пристрій має недостатньо високий коефіцієнт корисної дії (ККД) і високу мета-

лоємність. Ці недоліки обумовлені низькою частотою струму живлення індукційної обмотки (50 Гц), що вимагає великої кількості витків мідного дроту і призводить до омичних втрат в обмотці. Відомо також пристрій для індукційного нагріву рідини в трубопроводі, що включає одну або декілька індукційних обмоток, що охоплюють одну або кілька труб з рідким середовищем. Потік її проходить через систему каналів у формі лабіринту з внутрішніх каналів з кільцями або спіралями, які утворюють електричні короткозамкнені контури і при підведенні живлення до індукційних обмоток нагріваються і нагрівають стичне середовище (ЕПВ N 0075811, H05B 6/10, F24H 1/10, 1983 р.).

Відомий пристрій має недостатньо високий ККД, обумовлений великими втратами в зв'язку з підвищеним електричним опором громіздкої конс-

U
(13)
62589
(11)
UA
(19)

трукції лабіринтів. Кільця і спіралі усередині лабіринтів заважають переміщенню у верхню частину нагрівача теплих потоків рідини. Пристрій складний у виготовленні, металоємний, оскільки містить багато деталей усередині лабіринтів, і при його виготовленні використовують велику кількість мідного дроту в обмотках через застосування низько-частотного струму живлення (50 Гц).

Найбільш близьким за технічною суттю і результатом, що досягається, є відомий пристрій для індукційного нагріву рідини в трубопроводі (заявка Франції N 2568083, H05B 6/10, 1986 р.), що містить принаймні один індукційний нагрівач, що містить щонайменше одну індукційну обмотку з електро-теплоізоляційною прокладкою, що охоплює циліндричну магнітопровідну ємність, з'єднану з трубопроводом для подачі і відведення рідини через відповідно вхідний і вихідний патрубки, і послідовно з'єднаний з регулятором змінного струму у вигляді двох вимикачів струму термодатчиком, механічно закріпленим на вихідній магістралі трубопроводу. Джерело живлення - змінний струм з частотою 50 Гц.

Недоліком відомого пристрою є недостатньо високий коефіцієнт потужності (0,70-0,78), оскільки при його експлуатації відбувається розсіювання тепла в просторі від зовнішньої індукційної обмотки, і неповне поглинання електромагнітної енергії оболонкою індукційного нагрівача. Зниження коефіцієнта потужності приводить до зниження ККД пристрою (до 0,80-0,85). ККД знижують і омні втрати на індукційній обмотці відомого пристрою з великою кількістю витків мідного дроту, що пов'язано з використанням струму живлення частотою 50 Гц. З цієї ж причини відомий нагрівач виконаний товстостінним. Велика витрата міді і сталі робить виробництво відомого пристрою неекономічним. Вага пристрою приблизно 45-50 кг.

Ще один недолік відомого пристрою - нерівномірне та недостатньо швидке нагрівання великих обсягів холодної рідини, оскільки конструкція відомого індукційного нагрівача забезпечує нагрівання лише пристінкових шарів рідини. Надалі ж тепло передається від більш теплих шарів рідини до холодних за рахунок природної термоконвекції. Крім того, необхідність використання товстостінної магнітопровідної ємності в відомій конструкції призводить до зниження швидкості нагріву рідини. Відомий пристрій має недостатньо високі характеристики надійності за рахунок частих помилкових спрацьовувань термодатчика, а за ним - і вимикача нагріву, що обумовлено нестаціонарним характером нагріву шарів рідини, забезпечуваного конструкцією відомого пристрою.

В основу корисної моделі поставлена задача у пристрої для індукційного нагріву рідини в трубопроводі шляхом введення нових вузлів для перетворення споживаного електричного струму, удосконалення системи керування пристроєм і конструкції індукційного нагрівача забезпечити підвищення коефіцієнта потужності пристрою, рівномірності і швидкості нагріву рідини, зниження витрати металів. При цьому підвищується ККД заявленого пристрою.

Коефіцієнт потужності та ККД зростають до

0,90-0,95. При випробуванні заявленого пристрою встановлено, що час розігріву 70 л води від 20 до 80 °С становить 5-8 хв. при потужності пристрою 3-4 кВт. Витрата металів знижена в порівнянні з прототипом на 75-80 %, швидкість нагріву збільшилась на 10-15 %. Вага пристрою становить 7-8 кг, а економія електроенергії - 35-40 %.

Поставлена задача вирішується тим, що у відомий пристрій для індукційного нагріву рідини в трубопроводі, що містить послідовно з'єднані регулятор змінного струму, індукційний нагрівач, що містить щонайменше одну індукційну обмотку з електротеплоізоляційною прокладкою, що охоплює циліндричну магнітопровідну термokerамічну ємність, що має зв'язані з трубопроводом вхідний і вихідний патрубки, перший термодатчик, механічно закріплений на вихідній магістралі трубопроводу, введені як регулятор змінного струму послідовно з'єднані випрямляч змінного струму та інвертор, вихід якого підключений до електричного входу індукційного нагрівача, а другий вхід - до виходу блока керування інвертором, другий термодатчик, механічно закріплений на вхідній магістралі трубопроводу, виходи першого і другого термодатчиків з'єднані з входами вузла порівняння температур, один з виходів останнього підключений до входу блока керування інвертором, а другий - до входу блока керування насосом, вихід блока керування насосом підключений до керуючого входу насоса, а в індукційному нагрівачі щонайменше одна індукційна обмотка, укладена в герметичний циліндричний корпус з електротеплоізоляційними прокладками, розміщена всередині циліндричної магнітопровідної ємності, всередині ємності закріплені також один або декілька циліндричних сердечників із феромагнітної речовини, що нагрівається, розташовані відповідно уздовж поздовжньої і поперечної осей магнітопровідної циліндричної ємності, ззовні індукційний нагрівач укладений до магнітопровідного екрану, а потім - в теплоізоляційний кожух, причому, зазначені магнітопровідна ємність, корпус внутрішньої індукційної обмотки і розподільники потоку рідини, що нагрівається, виготовлені з феромагнітної сталі чи феромагнетиків.

Іншою відмінністю заявленого пристрою є те, що в індукційному нагрівачі розміщена щонайменше одна зовнішня індукційна обмотка, кожна обмотка поміщена в герметичний теплоізоляційний циліндричний корпус, і обмотки закріплені в магнітопровідній ємності концентрично, а всередині нагрівачі потоку рідини виготовлені з феромагнітної сталі чи феромагнетиків розподільників - нагрівачів потоку рідини.

Між сукупністю суттєвих ознак корисної моделі і досягненим технічним результатом є причинно-наслідковий зв'язок.

Коефіцієнт потужності заявленого пристрою підвищується за рахунок практично повного перетворення електромагнітної енергії. Цей ефект досягається введенням в пристрій як регулятора змінного струму послідовно з'єднаних випрямляча змінного струму, інвертора і блока керування інвертором. За допомогою випрямляча мережевий змінний струм з частотою близько 50 Гц перетво-

рюється на постійний, який за допомогою інвертора перетворюється у високочастотний: 10-20 кГц. Індукційна обмотка, на яку подають високочастотний струм, виготовлена зі значно меншою кількістю витків, ніж при подачі струму з промисловою частотою 50 Гц (прототип). Це суттєво зменшує омні втрати, приводить до економії міді і електроенергії.

За допомогою блока керування інвертором автоматично регулюється величина струму, що подається на індукційну обмотку, забезпечується висока надійність роботи всього пристрою, тому що запобігає перегріву рідини. Застосування високочастотного струму дозволяє замінити всі товстінні металеві деталі тонкостінними, що прискорює нагрівання рідини і значно знижує витрату металу (на 80-85 %) (Кувалдін А.Б. Індукційний нагрів феромагнітної сталі. - М.: Вища школа, 1988, С. 27).

Надійній роботі, більш швидкому і рівномірному нагріванню великих об'ємів рідини сприяє введення в пристрій всередину теплоізоляційної керамічної труби з внутрішніми феромагнітними нагрівачами потоку води, закріпленого на вхідній магістралі трубопроводу і підключеного разом з першим термодатчиком, закріпленим на вихідній магістралі, до входів вузла порівняння температур. Причому зазначений вузол має виходи на блоки керування інвертором і насосом, який встановлений між вхідною і вихідною магістралями трубопроводу.

У пристрої-прототипі присутній лише перший термодатчик, контролюючий початкову стадію нагріву рідини і що перешкоджає збільшенню швидкості нагрівання всього обсягу рідини в основній магістралі. У відомому пристрої відбуваються часті включення-виключення нагрівання, оскільки процес вирівнювання температур різних шарів рідини природної термоконвекції на початку вихідної магістралі носить нестаціонарний характер. Це призводить до помилкових спрацьовувань першого термодатчика і вимикачів та погіршення технічних характеристик пристрою. Тому для початкового розгону теплих шарів рідини шляхом примусової термоконвекції при включенні нагріву у заявленому пристрої між вхідним і вихідним магістралями трубопроводу встановлено насос. Після вирівнювання градієнтів температур в трубопроводі і досягнення необхідних температурних показників насос відключається автоматично за допомогою блока керування насосом. Завдяки встановленню насоса між вхідною і вихідною магістралями трубопроводу, після його відключення, можливо безперешкодний рух рідини по трубопроводу з подальшою природною термоконвекцією. Подальша підтримка заданого температурного режиму нагріву води у вхідній магістралі трубопроводу здійснюється другим термодатчиком. Завдяки роботі двох термодатчиків і вузла порівняння температур підвищується надійність роботи заявлюваного пристрою і швидкість нагріву рідини. А за рахунок підключення до системи насоса з блоком керування підвищується швидкість нагріву, з'являється можливість швидкого і рівномірного нагріву великих об'ємів рідини, підвищується надійність роботи

пристрою за рахунок усунення перегріву рідини і помилкових спрацьовувань термодатчиків.

В одному з варіантів використання відомого пристрою можливе застосування насоса у разі встановлення в системі нагріву резервуара з рідиною. Однак у конструкцію відомого пристрою насос не входить (див. фіг. 2 в описі до заявки Франції N 2568083), і в зазначеному вище окремому випадку застосування відомого пристрою він виконує функцію, відмінну від функції насоса в заявленій конструкції.

Нова конструкція індукційного нагрівача сприяє збільшенню коефіцієнта потужності і ККД пристрою за рахунок усунення електричних втрат (завдяки застосуванню магнітопровідного екрану). Швидкість нагріву збільшується за рахунок інтенсифікації теплопередачі за допомогою циліндричних і кругових феромагнітних розподільників потоку рідини, що нагрівається, які ділять потік холодної рідини на вузькі верстви, значно швидше нагріваються, ніж один широкий потік.

У відомому індукційному нагрівачі тепло передається від індукційної обмотки до циліндричної магнітопровідної ємності, а від неї до холодної рідини, яка нагрівається і передає тепло більш холодним верствам рідини.

У заявленому нагрівачі тепло передається, наприклад, наступним шляхом: зовнішня індукційна обмотка, циліндрична магнітопровідна ємність, циліндричний феромагнітний розподільник - нагрівач потоку, рідина.

Швидкому і стабільному нагріванню сприяє і матеріал деталей нагрівача: тонколистова феромагнітна сталь або феритові циліндричні розподільники - нагрівачі, які швидко нагріваються і швидко передають тепло рідині. Збільшенню енергозберігаючого ефекту при експлуатації відомого пристрою сприяє наявний керамоелектро-теплоізоляційний кожух.

Індукційний нагрівач, наведений на фіг. 1 і фіг. 2 складається з магнітопровідної термоізоляційної керамічної циліндричної ємності 2, на протилежних кінцях якої є для зв'язку з основним трубопроводом патрубки 1, 5. По зовнішній поверхні магнітопровідної циліндричної ємності 2 прокладена електротеплоізоляційна прокладка, потім закріплена зовнішня індукційна обмотка 3. Усередині місткості 2 індукційного нагрівача розташовані циліндричні розподільники - нагрівачі потоку рідини з феромагнетиків 4, що нагріваються.

На фіг. 3 представлена блок-схема пристрою для індукційного нагріву рідини в трубопроводі. На фіг. 1 і 2 представлені відповідно поздовжній і поперечний розрізи індукційного нагрівача.

Пристрій для індукційного нагріву рідини в трубопроводі містить послідовно з'єднані випрямляч 1 змінного струму та інвертор 2, вихід якого приєднаний до індукційного нагрівача 3, а другий вхід - до виходу блока 4 керування інвертором. Крім того, пристрій містить перший термодатчик 5 і другий термодатчик 6, механічно закріплені відповідно на вихідній 7 і вхідній 8 магістралях трубопроводу. Електрично обидва термодатчики своїми виходами підключені до двох входів вузла 9 компаратора температур, який одним своїм виходом

зв'язаний з входом блока 4 керування інвертором, а другим - з входом блока 10 керування насосом. Вихід блока 10 з'єднаний з керуючим входом насоса 11, механічно закріпленого між вхідною 8 і вихідною 7 магістралями трубопроводу. Також є модуль 11 інтеграції в систему "інтелектуальний будинок".

дною 7 магістралями трубопроводу. Також є модуль 11 інтеграції в систему "інтелектуальний будинок".

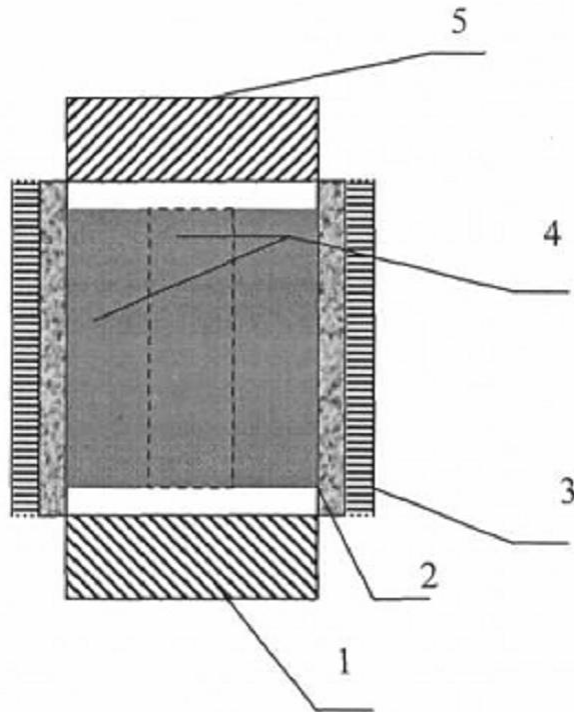


Fig. 1

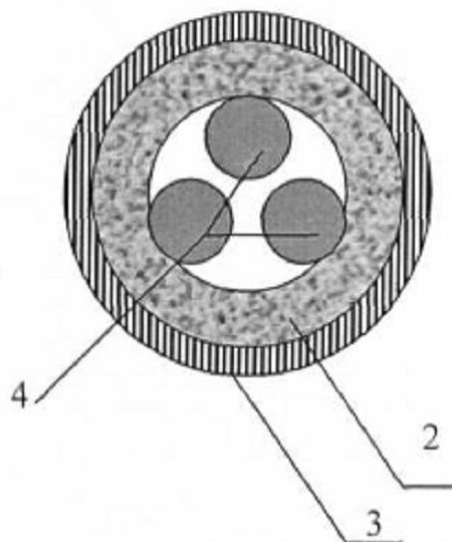
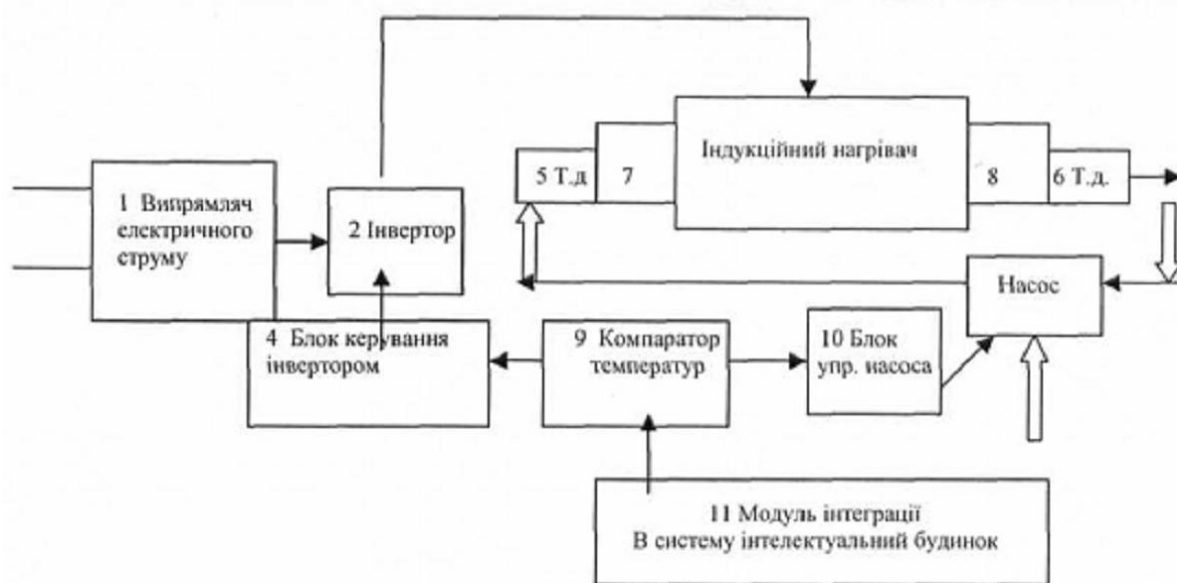


Fig. 2



Фіг.3