



УКРАЇНА

(19) UA (11) 28756 (13) U
(51) МПК (2006)
G01F 23/14МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ВИМІРЮВАННЯ РІВНЯ ВОДИ В БАРАБАНІ ПАРОГЕНЕРАТОРА

1

2

(21) u200707682

(22) 09.07.2007

(24) 25.12.2007

(72) БОРБУЛЬОВ СТАНІСЛАВ ІГОРЕВИЧ, UA,
БРУК ВАЛЕРІЙ АРКАДІЙОВИЧ, UA, ВАСИЛЬЄВ
ВАЛЕРІЙ МАТВІЙОВИЧ, UA(73) ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ "АМПЕР", UA

(56)

(57) Спосіб вимірювання рівня води в барабані парогенератора, заснований на вимірюванні різниці тисків між плюсовою і мінусовою камерами диференційного манометра, мінусова камера котрого сполучається з барабаном парогенератора на висоті, що відповідає мінімальному вимірюваному рівню води в барабані, а плюсова камера через однокамерну зрівнювальну посудину сполучається з барабаном парогенератора на висоті, що відповідає максимальному вимірюваному рівню води в барабані, який включає вимірювання температури води в барабані парогенератора і обчислення рівня води, який відрізняється тим, що попередньо визначають і запам'ятовують значення густини води і пари як функцій від температури і тиску, вимірюють температуру пари в барабані парогенератора, тиск рідини в барабані парогенератора і температуру води в зрівнювальній посудині, після чого по заздалегідь визначених функціональних залежностях густини води і пари від температури і тиску визначають

поточне значення густини ρ_v води в барабані парогенератора, яке відповідає вимірюваним поточним значенням температури і тиску води в барабані парогенератора, поточне значення густини ρ_n пари в барабані парогенератора, яке відповідає вимірюваним поточним значенням температури пари і тиску води в барабані парогенератора, поточне значення густини ρ_{zp} води в зрівнювальній посудині, яке відповідає вимірюваним поточним значенням температури води в зрівнювальній посудині і тиску води в барабані парогенератора, а рівень h води в барабані парогенератора обчислюють за формулою

$$h = \frac{1}{\rho_v - \rho_n} \left[-\frac{\Delta P}{g} + (\rho_{zp} - \rho_n) H \right], \text{ де:}$$

h - поточне значення рівня води в барабані парогенератора, м;

H - максимальне значення рівня води в барабані парогенератора, м;

ΔP - поточне значення різниці тисків між плюсовою і мінусовою камерами

диференційного манометра, Па;

g - прискорення сили тяжіння, м/с²;

ρ_n - поточне значення густини пари в барабані парогенератора, кг/м³;

ρ_v - поточне значення густини води в барабані парогенератора, кг/м³;

ρ_{zp} - поточне значення густини води в зрівнювальній посудині, кг/м³.

Корисна модель відноситься до вимірювальної техніки і може бути застосована в галузі енергетики для автоматизації контролю рівня рідини в апаратах високого тиску, робочим середовищем котрих є вода, пара і пароводяна суміш, а саме в парогенераторах, теплообмінних апаратах, підігрівачах високого тиску тощо, які працюють в стаціонарних і змінних режимах.

Є відомим спосіб вимірювання рівня води в барабані парогенератора, який включає вимірювання різниці тисків за допомогою диференційного манометра, мінусова камера котрого сполучається з барабаном

парогенератора на висоті, що відповідає мінімальному вимірюваному рівню води в барабані, а плюсова камера сполучається через однокамерну зрівнювальну посудину з барабаном парогенератора на висоті, що відповідає максимальному вимірюваному рівню води в барабані, а також операції з калібрування вихідного сигналу диференційного манометра [Преображенский В.П. Теплотехнические измерения и приборы. М., "Энергия", 1978г., с.534-536].

Недоліком відомого способу є невисока точність вимірювання в перехідних режимах

(13) U

(11) 28756

(19) UA

роботи парогенератора, а саме при значних відхиленнях температури і тиску робочих середовищ апарата від їх номінальних значень під час пусків і зупинок апарата, оскільки похибки, зумовлені змінами густин води і пари в барабані парогенератора і густини води в зрівнювальній посудині при змінах тиску і температури, негативно впливають на точність вимірювання.

За прототип корисної моделі обрано спосіб вимірювання рівня води в барабані парового котла, заснований на вимірюванні різниці тисків між плюсовою і мінусовою камерами диференційного манометра, мінусова камера котрого сполучається з барабаном парового котла на висоті, що відповідає мінімальному вимірюваному рівню води в барабані, а плюсова камера через однокамерну зрівнювальну посудину сполучається з барабаном парового котла на висоті, що відповідає максимальному вимірюваному рівню води в барабані, вимірювання температури води в барабані парового котла і обчислення рівня води за формулами [авторське свідоцтво СРСР №1368647, кл. G01F23/26, опубл. 1988].

При стаціонарних режимах роботи парового котла даний спосіб забезпечує достатньо високу точність вимірювання рівня води за рахунок компенсації похибки, зумовленої зміною густини води в барабані в залежності від температури (похибка в усьому діапазоні зміни тиску не перевищує 2%).

Однак зазначений спосіб не забезпечує таку саму точність вимірювання в перехідних режимах, які характеризуються відсутністю насичення й одночасною зміною температури і тиску води і пари в барабані парового котла, внаслідок чого змінюються густини зазначених середовищ. Крім того, зміни тиску і температури в барабані парового котла призводять до зміни густини води у зрівнювальній посудині, в результаті чого створюються похибки, які негативно впливають на точність вимірювання рівня.

В основу корисної моделі покладено завдання удосконалення відомого способу вимірювання рівня води в барабані парогенератора шляхом усунення похибок, зумовлених змінами густини води і пари в барабані парогенератора і густини води в зрівнювальній посудині при зміні тиску і температури зазначених середовищ, завдяки чому було б забезпечено високу точність вимірювання рівня як в стаціонарних, так і в перехідних режимах роботи апарата.

Для досягнення зазначеного технічного результату в способі вимірювання рівня води в барабані парогенератора, який засновано на вимірюванні різниці тисків між плюсовою і мінусовою камерами диференційного манометра, мінусова камера котрого сполучається з барабаном парогенератора на висоті, що відповідає мінімальному вимірюваному рівню води в барабані, а плюсова камера через однокамерну зрівнювальну посудину сполучається з барабаном парогенератора на висоті, що відповідає максимальному вимірюваному рівню води в барабані, і який включає вимірювання

температури води в барабані парогенератора і обчислення рівня води, згідно з корисною моделлю, попередньо визначають і запам'ятовують значення густини води і пари як функцій від температури і тиску, вимірюють температуру пари в барабані парогенератора, тиск рідини в барабані парогенератора і температуру води в зрівнювальній посудині, після чого по заздалегідь визначеним функціональним залежностям густини води і пари від температури і тиску визначають поточне значення густини ρ_B води в барабані парогенератора, яке відповідає виміряним поточним значенням температури і тиску води в барабані парогенератора, поточне значення густини ρ_n пари в барабані парогенератора, яке відповідає виміряним поточним значенням температури пари і тиску води в барабані парогенератора, поточне значення густини ρ_{zp} води в зрівнювальній посудині, яке відповідає виміряним поточним значенням температури води в зрівнювальній посудині і тиску води в барабані парогенератора, а рівень h води в барабані парогенератора обчислюють за формулою

$$h = \frac{1}{\rho_B - \rho_n} \left[-\frac{\Delta P}{g} + (\rho_{zp} - \rho_n) H \right],$$

де:

h - поточне значення рівня води в барабані парогенератора,

H - максимальне значення рівня води в барабані парогенератора, м;

ΔP - поточне значення різниці тисків між плюсовою і мінусовою камерами диференційного манометра, Па;

g - прискорення сили тяжіння, м/с²;

ρ_n - поточне значення густини пари в барабані парогенератора, кг/м³;

ρ_B - поточне значення густини води в барабані парогенератора, кг/м³;

ρ_{zp} - поточне значення густини води в зрівнювальній посудині, кг/м³.

Пропонований спосіб вимірювання рівня води в барабані парогенератора забезпечує високу точність, оскільки дозволяє визначати поточне значення густини води в барабані парогенератора, яке відповідає виміряним поточним значенням температури і тиску води в барабані парогенератора, поточне значення густини пари в барабані парогенератора, яке відповідає виміряним поточним значенням температури пари і тиску води в барабані парогенератора, а також поточне значення густини води в зрівнювальній посудині, яке відповідає виміряним поточним значенням температури води в зрівнювальній посудині і тиску води в барабані парогенератора, що дає змогу під час обчислення рівня води в барабані парогенератора усунути похибки, зумовлені змінами густини води і пари в барабані парогенератора і густини води в зрівнювальній посудині при зміні тиску і температури зазначених середовищ. При цьому однаково висока точність вимірювання забезпечується як в стаціонарних режимах роботи парогенератора, коли існує фазова рівновага в системі вода-пара, а тиски і

температури робочих середовищ в барабані парогенератора однакові, так і в перехідних режимах роботи апарата, коли температура пари може суттєво відрізнятися від температури води в барабані [див. Ю.Б. Румер, М.Ш. Рыбкин. Термодинамика, статистическая физика и кинетика. - М: «Наука», 1972.-400с.].

Визначення поточного значення густини води в зрівнювальній посудині, що відповідає виміряним поточним значенням температури води в зрівнювальній посудині і тиску води в барабані парогенератора, сприяє підвищенню точності вимірювання рівня води в барабані парогенератора насамперед в перехідних режимах його роботи, коли температура води в барабані досягає близьких до критичних значень і може перевищувати температуру води в зрівнювальній посудині та імпульсних лініях на 100-200°C.

В конкретному прикладі пропонований спосіб здійснюється за допомогою пристрою, принципову схему котрого представлено на кресленні.

На схемі позначені барабан 1 парогенератора, однокамерна зрівнювальна посудина 2, диференційний манометр 3, датчик 4 температури води в барабані 1 парогенератора, датчик 5 температури пари в барабані 1 парогенератора, датчик 6 тиску води в барабані 1 парогенератора, датчик 7 температури води в зрівнювальній посудині і обчислювальний пристрій 8. Мінусова камера диференційного манометра 3 з'єднана безпосередньо з нижньою частиною барабана 1, на висоті, що відповідає мінімальному рівню води в барабані, а плюсова камера диференційного манометра 3 підключена через однокамерну зрівнювальну посудину 2 до барабана 1 парогенератора на висоті, що відповідає максимальному рівню води в барабані. Виходи диференційного манометра 3, датчика 4 температури води в барабані 1 парогенератора, датчика 5 температури пари в барабані 1 парогенератора, датчика 6 тиску води в барабані 1 парогенератора і датчика 7 температури води в зрівнювальній посудині підключені відповідно до першого, другого, третього, четвертого і п'ятого входів обчислювального пристрою 8, вихід якого є виходом пристрою. Елементи пристрою сполучені з барабаном 1 парогенератора за допомогою імпульсної лінії 9 і запірної арматури 10 - 13.

Усі елементи пристрою є стандартними.

В якості датчиків температури і тиску найкраще використовувати датчики, які забезпечують неперервне перетворювання значень вимірюваних величин в уніфікований сигнал струму та/або цифровий сигнал, наприклад, датчики фірми МЕТР АН, Росія. Наприклад, в якості датчиків температури можуть бути використані датчики Метран-231; датчиками тиску можуть бути датчики Метран-55; диференційним манометром - Метран-150 ДД.

Функції обчислювального пристрою може виконувати програмований мікроконтролер, наприклад, SYSTEM 100V.

Вимірювання рівня води в барабані парогенератора із застосуванням пропонованого способу здійснюється наступним чином.

В основу принципу дії пристрою покладено пропонований спосіб, згідно з яким рівень води в барабані 1 парогенератора визначається по перепаду повних тисків між плюсовою і мінусовою камерами диференційного манометра 3.

Перед початком вимірювань попередньо визначаються [наприклад, з книги Варгафтик Н.Б. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей. - М. : Физматгиз, 1963. -420с.] значення густини води і пари як функцій від температури і тиску, наприклад, у діапазоні температур від 20 до 300°C з кроком, наприклад, 10°C, і діапазоні тисків від $0,5 \cdot 10^5$ до $2,5 \cdot 10^7$ Па з кроком, наприклад, 100 Па. Зазначені довідкові дані, наприклад, у табличній формі, запам'ятовуються в блоці пам'яті (на кресленні не показаний) обчислювального пристрою 8.

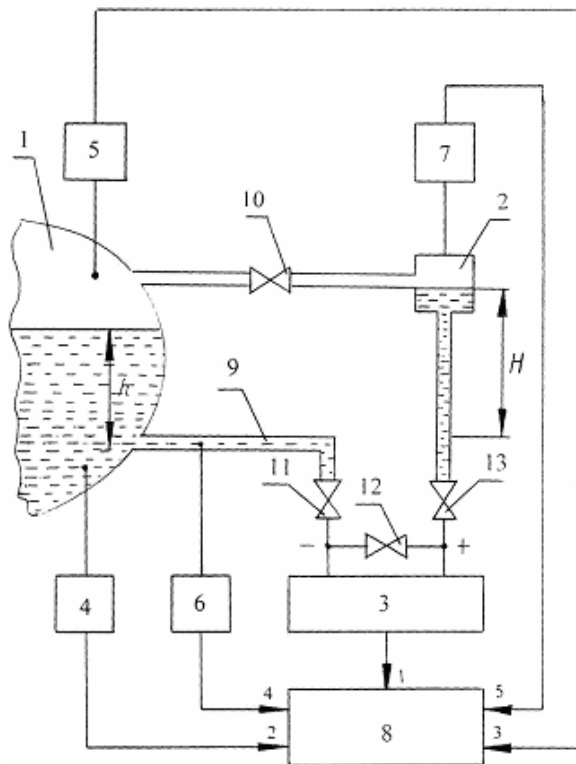
У процесі роботи пристрою за допомогою диференційного манометра 3 і датчиків 4-7 здійснюються неперервні вимірювання наступних параметрів, відповідно: різниці тисків Δp між плюсовою і мінусовою камерами диференційного манометра, температури води в барабані 1 парогенератора, температури пари в барабані 1 парогенератора, тиску води в барабані 1 парогенератора і температури води в зрівнювальній посудині 2. Вихідні електричні сигнали датчиків 4-7 і диференційного манометра 3 подаються на відповідні входи обчислювального пристрою 8, де відбувається обчислювання рівня рідини в барабані 1 в послідовності, яку передбачено пропонованим способом.

Спочатку за даними щодо залежності густини води і пари від температури і тиску, які було заздалегідь визначено і збережено в пам'яті обчислювального пристрою 8, визначаються поточні значення густини води ρ_v і густини пари ρ_p в барабані 1 парогенератора і густини води ρ_{zp} в зрівнювальній посудині 2, які відповідають поточним значенням виміряних датчиками 4-7 параметрів. При цьому поточне значення густини води ρ_v барабані парогенератора визначається у відповідності до виміряних поточних значень температури і тиску води в барабані парогенератора; поточне значення густини пари ρ_p в барабані парогенератора визначається у відповідності до виміряних поточних значень температури пари і тиску води в барабані парогенератора; поточне значення густини води ρ_{zp} в зрівнювальній посудині визначається у відповідності до виміряних поточних значень температури води в зрівнювальній посудині і тиску води в барабані парогенератора.

Після цього рівень води h в барабані парогенератора обчислюється за формулою (1) за допомогою обчислювального пристрою 8.

Таким чином, пропонована корисна модель забезпечує високу точність вимірювання рівня води в барабані парогенератора як в стаціонарних, так і в змінних режимах роботи апарата завдяки усуненню похибок, зумовлених зміною густини води і пари в барабані

парогенератора і густини води в зрівнювальній посудині.



Фіг.