

УДК 622.188

Олександр Анісімов
 НУ "Львівська політехніка",
 кафедра теплотехніки і теплових електричних станцій

МЕТОД ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАХИСТУ СТІНОК ПАРОПЕРЕГРІВНИКА ВІД ПЕРЕГРІВУ

© Анісімов Олександр, 2001

Shown walls defense principle of special steam, heater counted on work by high temperature of work body by dint of use of water evaporation process from protective film, drifted on wall, which defend.

Однією з важких проблем сучасної енергетики є низький технічно-досяжний температурний рівень робочого тіла в базовій енергоустановці – паротурбінному блоці, не вище за 545 °С. Проте з'явилося технічне рішення (високотемпературний пароперегрівник [1]), що дає змогу, в принципі перейти згаданий раніше температурний бар'єр, і яке дозволить реалізувати енергетичну установку на параметри робочого тіла до 1000 – 1200 °С і вище [2].

У зв'язку з цим необхідна перевірка достовірності прийнятих коефіцієнтів у розрахунку високотемпературного пароперегрівника у зв'язку з можливістю втрати міцності його несучої стінки через надмірний її перегрів. Такою перевіркою може служити спрощений експеримент, завданням якого є спостереження за зміною температури умовно міцнісної стінки високотемпературного пароперегрівника, наприклад, по її висоті. Постановка саме такого експерименту диктується, насамперед, значною висотою реальної стінки – понад 10–15 м. І у випадку її охолодження за описаним вище методом така значна висота стінки може сприяти "пересушенню" захисної зволоженої плівки, що автоматично викличе надмірний перегрів несучої стінки в цьому місці.

Суть пропонованого методу захисту стінок високотемпературного пароперегрівника від надмірного перегріву за [1] в тому, що між стінкою, яка захищається від перегріву і робочим тілом (високотисненою парою) з надвисокою температурою, для паротурбінних блоків це вже температура пари понад 600 °С, розміщається з певним проміжком до несучої стінки додаткова перфорована тонкостінна оболонка з певним співвідношенням площ отворів до всієї площі.

Оскільки ця оболонка не відчуває будь-якого механічного навантаження на розрив від наявного тиску робочого тіла, в ній в зв'язку тим, що при подачі насиченої пари в згаданий проміжок, наприклад з барабана котла, з тиском, дещо більшим від тиску робочого тіла, що перегрівається за допомогою високотемпературних теплових труб в цьому пароперегрівнику, можуть виникнути лише сили, які рівномірно стискають згадану оболонку. І за наявності перфорації в оболонці через неї буде з певною швидкістю просочуватись насичена пара з проміжку, дещо перегріваючись, як від радіаційного навантаження, що існує неминуче при високих температурах, так і суто за рахунок теплопровідності власне матеріалу перфорованої оболонки.

Сьогодні матеріалів, що без наявності механічного навантаження витримують довготривало температури на рівні 1000 – 2000 °С, є достатньо. Тому проблем з виготовленням оболонки немає. Але є питання кількості умовно насиченої пари, що потрапляє в основний

потік в реальних умовах роботи такого високотемпературного пароперегрівника, оскільки це підвищує вартість пароперегрівника внаслідок необхідності додатково перегрівати певну кількість пари від стану насичення до кінцевої температури, наприклад, в 1000 – 1400 °С. В той час як високотемпературний перегрів у згаданому пароперегрівнику можна почати вже від температур понад 540 °С, що скорочує потребу у достатньо дорогих високотемпературних матеріалах для теплових труб.

Деякі відповіді на ці питання опосередковано можна отримати в [4]: ступінь зниження температури пористої стінки під впливом різної питомої витрати охолоджуючого робочого тіла через цю стінку. Але для конкретних умов сучасної, і тим більш перспективної, паротурбінної техніки ними практично скористатися неможливо – фактор високого тиску робочого тіла, що перегрівается, дає погано передбачуваний теоретично результат. Тому важливість експерименту зростає.

На рисунку показана схема експериментальної установки, де 1 – нагрівний елемент, 2 – прозора захисна стінка, 3 – основа під експериментальний блок, 4 – верхній фіксатор, 5 – нижній фіксатор, 6 – електроізолятор, 7 – внутрішня обмежувальна сіточка, 8 – перший шар зволоженого матеріалу, 9 – зовнішня сіточка, 10 – другий шар зволоженого матеріалу, 11 – зовнішня стінка, 12 – збірний колектор надлишкової води, 13 – напірна посудина, 14 – напірна трубка, 15 – патрубок напірної трубки, 16 – переливна трубка, 17 – вимірювальна посудина, 18 – вимірювальна лінійка, 19 – термометр, 20 – термопари, 21 – трансформатор, 22 – багатоточковий самописець, 23 – амперметр, 24 – стійка, 25 – монтажна основа, 26 – регулятор подачі зволожуючої води, 27 – злив, 28 – ущільнення.

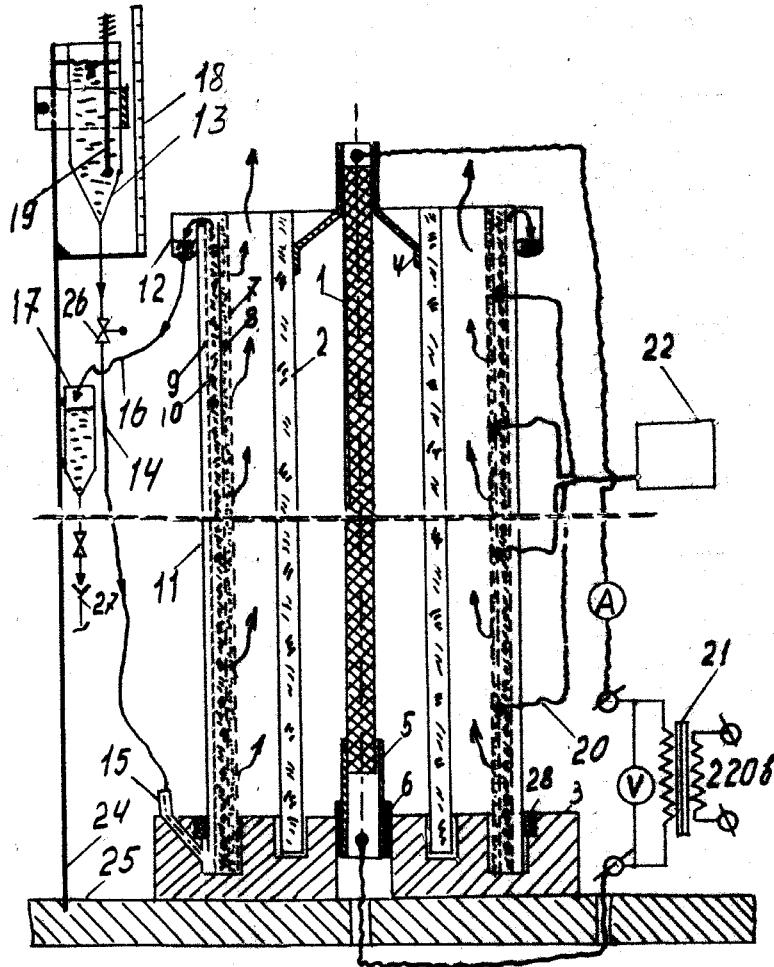
Описана вище поелементно експериментальна установка працює так. Нагрівник 1 за допомогою трансформатора 21 розігрівається до температури понад 1000 °С і, випромінюючи енергію через прозору захисну стінку (кварцове скло) 2, випаровує воду через сіточку 7 з першого шару зволоженого матеріалу 8. За першим зволеним шаром розташовано другий шар зволоженого матеріалу 10, але вже з більшими порами, ніж у першого матеріалу 8. Між зовнішньою сіточкою 9 і зовнішньою стінкою 11 передбачено певний проміжок, який заповнюється в одному з експериментів водою з напірної посудини 13. Надлишок води збирається в елементі 12 і зливається у вимірювальну посудину 17. Роль решти елементів, перерахованих вище, добре видно на рисунку. В експерименті згаданий проміжок може бути і відсутнім.

Захисна прозора стінка 2 мінімізує вплив конвективного теплообміну на поверхню першого шару 8, де відбувається випаровування, причому металева сіточка 7 сприяє рівномірнішому розподілу теплоти, що надійшла, своєю підвищеною теплопровідністю.

Оскільки прошарок між елементами 9 і 11 можна вибрати достатньо малим, то в ньому виникнуть капілярні сили, які будуть тримати його заповненим і надлишкової води при певних режимах може і не бути. Але у зв'язку з мінімізуючим впливом температури на поверхневі сили натягу води остання може з'явитися в незначній кількості і відводиться у вимірювальну посудину 17. Змінюючи товщину прошарку між елементами 9 і 11, можна досягти різних режимів роботи захисної плівки 8, аж до повного її осушення. Увесь цей час контролюється температура зовнішньої стінки 11, як і температура шару 8 (не показано на рисунку).

Основним завданням експерименту є підтвердження того, що випарний метод захисту несучої стінки високотемпературного пароперегрівника в принципі є можливим. А крім того, є ще ряд другорядних задач – як змінюється кількість випаруваної води з одиниці

поверхні 8 при зміні тих чи інших параметрів тощо. Наприклад, змінюючи силу струму через нагрівник 1, можна імітувати різну температуру по висоті перетопка, що є реальним режимом в умовах дійсної експлуатації. Всі зміни температур фіксуються багатоточковим самописцем 22.



Принципова схема експериментальної установки

В розробленій експериментальній установці передбачена також перевірка ідеї можливої стабілізації наповнення вологою шару 8 при великих теплових потоках на неї з боку нагрівача 1, введенням в нього електродинамічних сил, як компенсації від зменшення дії капілярних сил на підймання рідини по висоті стінки внаслідок підвищених температур в захисному шарі 8 стінки. Це передбачається зробити, накладаючи відповідний електричний потенціал по висоті моделі несучої стінки за методом [3]. Електроди для привнесення на несучу стінку згаданого електропотенціалу, що викликає згадані електродинамічні сили на ній, на рисунку не показані.

В останньому випадку з додатковим електропотенціалом з'являється певна можливість керувати зволоженням шару 8, незважаючи на розміри несучої стінки і температурні її режими.

Змінюючи вихідну напругу в автотрансформаторі 21 (див. рисунок), можна буде змоделювати різне питома теплове, і що важливо, радіаційне навантаження. А незначна модифікація установки, в плані можливості зміни положення центрального нагрівного елемента 1, дасть змогу змоделювати тепловий стан реальної топки котла з таким високо-температурним пароперегрівником в ній, коли температурне поле в топці є несиметричним.

Висновки. 1. Розроблена експериментальна установка для перевірки системи захисту несучої стінки високотемпературного пароперегрівника від втрати міцності через можливе її перегрівання.

2. Розроблена експериментальна установка дає змогу імітувати процес зміни температури по висоті несучої стінки високотемпературного пароперегрівника і дати відповідь на питання достатності захисту реальної несучої стінки від надмірного перегріву методом її зволоження.

3. Незначна модифікація експериментальної установки порівняно з наведеною на рисунку дає змогу врахувати несиметричність температурних радіаційних полів навколо реального високотемпературного пароперегрівника, розташованого в топці котла.

4. Розроблена експериментальна установка повинна давати змогу перевірити наявність можливої стабілізації зволоження захисної плівки електродинамічними силами по висоті несучої стінки високотемпературного пароперегрівника при її значних розмірах.

1. Пат. №25795 А України, МКВ F22G 1/06. Пароперегрівник / Д.М. Грінченко, В.М. Вігак, Р.В.Шкрабій // Бюл. изобрет. 1998. № 5. 2. Пат. №18407 Україна, МКВ F 01 K 13/00. Енергетична установка. Д.М. Грінченко, М.П. Кулик // Бюл. изобрет. 1997. № 6. 3. Денисов А.А., Нагорный В.С. Электрогидро-и электрогазодинамические устройства автоматики. – Л. 1979. 4. Високотемпературные материалы для МГДЭС / Сб. научных трудов АН СССР. – М. 1983.

УДК 622.438

Дмитро Грінченко
 НУ "Львівська політехніка",
 кафедра теплотехніки і теплових електричних станцій

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРСПЕКТИВНИХ ЕНЕРГОУСТАНОВОК З НАДВИСОКИМИ ПАРАМЕТРАМИ

© Грінченко Дмитро, 2001

Shown influence of high elementary temperature of work body attached to permanent elementary pressure on fuel warmth transformation effectiveness into electric energy. Shown the possible constructive decisions of thermal scheme and power plant in them functioning conditions with high temperatures.

Теплоенергетика, вочевидь, зайшла у безвихідь за своїми експлуатаційними властивостями. Зростання ККД припинилось і навіть спостерігається деяке його зниження. Це відбувається як з причини відсутності металу бажаної термостійкості, так і через недостатність високоякісних палив для роботи прогресивніших парогазових установок. Сюди також необхідно додати ще й недостатню екологічну чистоту генерування електроенергії електростанціями України порівняно із зарубіжними ТЕС.

Проте згадані проблеми можуть, в принципі, бути розв'язані в недалекому майбутньому. Так, зростання ККД можливе при використанні пароперегрівника на надвисокі температури [1], виконаного із застосуванням високотемпературних теплових труб, на основі яких розроблено також ще спеціальний передтопок, в якому можна перегрівати як газоподібне робоче тіло, [2], так і високотиснену водяну пару.