



2. Путилова Е.А. Магнитный контроль структуры, фазового состава и прочностных характеристик многокомпонентных материалов. Автореферат диссертации, Екатеринбург, 2013.
3. А.Я. Недосека, С.К. Фомичев, С.Н. Минаков, А.И. Степаненко, М.Я. Яременко. Особенности измерения механических напряжений электромагнитным методом в трубопроводах и сосудах давления газового и нефтяного комплексов. Методические материалы. ISSN 0235-3474. ТД и НК, 1996, №1.
4. Л.С. Шлапак, В.М. Коваль, М.П. Линчевський, В.О. Саркісов. Моніторинг напружено-деформованого стану трубопроводів газової обв'язки ГПА КС «Тарутине», «Нефть и газ», 2007 №2, с.36-39.
5. Антонов В.Г. и др. Средства измерения магнитных параметров материалов. Ленинград, Энергоатомиздат, 1986.
6. Глазов Н.П. и др.. Методы контроля и измерений при защите подземных сооружений от коррозии. М. «Недра», 1978.

**УДК 620.98**

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОВИХ ТРУБОК ДЛЯ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ ЛАБОРАТОРІЙ НАФТОГАЗОВОГО КОМПЛЕКСУ**

***І.Р. Ващишак, В.В. Гапоненко, С.П. Ващишак**  
Івано-Франківський національний технічний університет  
нафти і газу,  
76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. 50-  
47-08, [tdm@nung.edu.ua](mailto:tdm@nung.edu.ua)*

Підтримання нормальних умов у лабораторіях нафтогазового комплексу в осінньо-зимовий період забезпечується системами опалення. Останнім часом в Україні енергоносії різко подорожчали, що пов'язане з необхідністю встановлення європейських цін на них для підвищення ліквідності ринку і збереження системи енергопостачання держави. Це накладає жорсткі вимоги до систем опалення стосовно економії енергоресурсів.



Системи стінного опалення, які найчастіше застосовують у лабораторіях нафтогазового комплексу (НГК), бувають таких типів: водяна централізована, повітряна, електрична. Найбільш енерговитратна з них – це водяна система опалення, для роботи якої застосовують газ, воду, електроенергію. Електрична і повітряна системи опалення для свого функціонування використовують тільки електроенергію і їх робота може бути керованою. Однак, енерговитрати таких систем є також значними (наприклад, для електричної системи на обігрів 1 м<sup>2</sup> площі приміщення витрачається біля 100 Вт електроенергії). Зменшити енерговитрати при опаленні приміщень лабораторій НГК можна застосувавши теплові трубки. Опалення тепловими трубками є найбільш ефективним, оскільки для передачі тепла в них використовується енергія водяної пари, яка виникає всередині вакуумної трубки [1]. Недоліком такої системи опалення є необхідність у підігріві та циркуляції теплоносія, що підігріває зони випаровування трубок, а також у строго вертикальному положенні випарних трубок, в яких зона конденсації повинна бути над зоною випаровування. При відхиленні теплових трубок від вертикального положення їхній ККД різко знижується і ефективність опалення зменшується.

Отже для того, щоб система опалення тепловими трубками була енергоощадливою і могла застосовуватись замість класичних, доцільним є створення теплових трубок, які б нормально працювали в горизонтальному положенні, та способу їх нагріву без застосування теплоносія і радіатора, який би ефективно забирав тепло від трубок та випромінював його у приміщення.

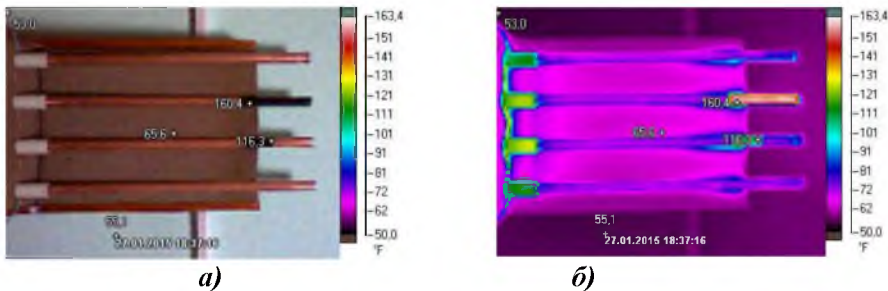
Заставити рідину у тепловій трубці повністю повертатись з зони конденсації у зону випаровування при горизонтальному положенні трубки можна тільки завдяки зміні конфігурації фітиля всередині трубки. Після проведення ряду експериментів вдалося отримати ефективний фітиль з мілководушкової сітки, намотаної на каркас велиководушкової сітки у виді серповидного кільцевого каналу. При горизонтальному положенні трубки серповидний кільцевий канал створювався у верхній її частині. Для інтенсивного розігріву трубки в зоні її випаровування вмонтовувався малогабаритний імпульсний нагрівний елемент з можливістю плавної зміни потужності. Це дало змогу отримати зміну ККД трубки при її розміщенні у горизонтальному і вертикальному положеннях не більше 10%. При подачі



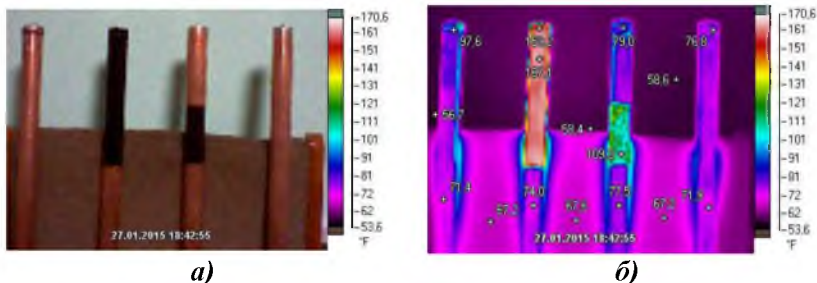
потужності 30 Вт мідна теплова трубка довжиною 65 см і діаметром 22 мм розігрівалась до температури 67 °С за 7 хв. При цьому різниця температур на початку і в кінці трубки не перевищувала 1 °С.

Для підвищення тепловіддачі трубок випромінюванням їх частини в зоні конденсації зафарбовувались чорною фарбою різних типів. Для досліджень використовувались 4 теплові трубки довжиною 65 см і діаметром 22 мм та тепловізор Fluke TI-25. Потужність, що подавалась на кожну трубку, становила 25 Вт. Температура у приміщенні, де проводились експерименти, становила 18 °С протягом всього часу досліджень. На рис. 1,а показане горизонтальне розміщення теплових трубок при проведенні досліджень, а на рис. 1, б – їх термограми, зняті через 3 хв. після ввімкнення імпульсних нагрівних елементів. Як видно з цих рисунків, найвища температура 160,4 F (71,3 °С) спостерігалась у зоні трубки, пофарбованої чорною матовою фарбою на нітроемальній основі. Зона трубки, пофарбованої у чорний колір фарбою на спиртовій основі, мала набагато нижчу температуру – 116,3 F (46,83 °С). Незафарбовані поверхні трубок мали практично однакову температуру. При вертикальному розміщенні трубок (рис.2) за 3 хв. розігріву температури у зафарбованих зонах становили 71,4 F (21,9 °С) та 167,1 F (75,1 °С) відповідно.

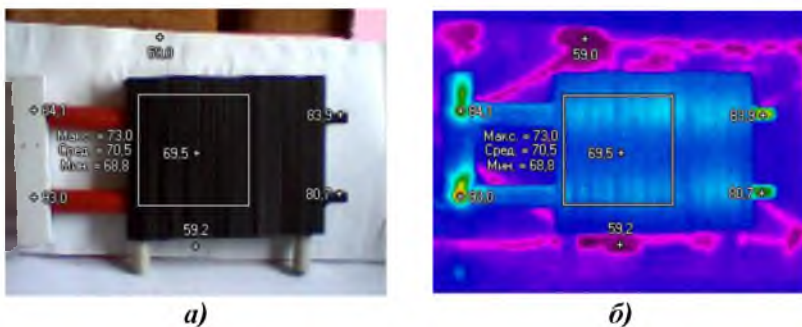
Після проведення досліджень з тепловими трубками із двох з них був виготовлений елемент системи опалення з розмірами радіатора 42×30 см. (рис. 3). На кожну трубку подавалась потужність 100 Вт. Термограми знімались через кожну хвилину роботи радіатора. На рис. 3, як приклад, наведено розподіли температур по поверхні радіатора та термограми, зняті через 2 і 22 хв. роботи радіатора. Сталого режиму радіатор досягав на 21 хв. роботи, після чого температура його поверхні практично не змінювалась. При цьому температура повітря на висоті 5 см над радіатором становила 43 °С. Для підняття температури з 18 до 20 °С у приміщенні площею 5,2 м<sup>2</sup> знадобилося 9 год. роботи радіатора, що ефективніше за електричну систему опалення аналогічного розміру на 20%.

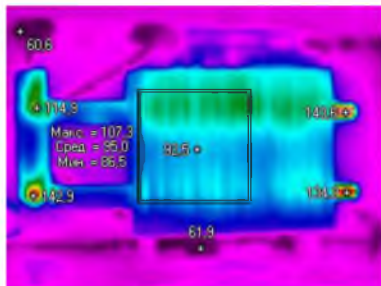
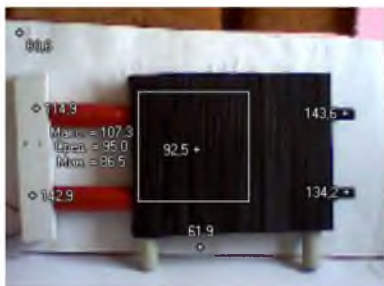


*а)*  
**Рисунок 1 – Дослідження роботи теплових трубок в горизонтальному положенні: а - зовнішній вигляд теплових трубок, б - термограми**



*а)*  
**Рисунок 2 – Дослідження роботи теплових трубок у вертикальному положенні: а – зовнішній вигляд теплових трубок, б - термограми**





а)

б)

*Рисунок 3 – Дослідження роботи радіатора з тепловими трубками:*

*а, в – розподіл температур по поверхні радіатора через 2 та 22 хв. роботи; б, г – термограми, зняті через 2 та 22 хв. роботи*

Таким чином, проведені дослідження показали високу ефективність роботи нагрівачів з тепловими трубками і доцільність їх застосування для підтримання температури в лабораторіях НГК замість класичних систем опалення.

1. Ващишак І.Р. Шляхи підвищення енергоефективності будівель об'єктів нафтогазового комплексу / І.Р. Ващишак, О.П. Ващишак, А.В. Яворський // Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. – 2014. – №1/36. – С. 176-184.