

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕПЛОВІДДАЧІ СТАЛЕВИХ ПАНЕЛЬНИХ РАДІАТОРІВ ПРИ ВІЛЬНІЙ ТА ВИМУШЕНІЙ КОНВЕКЦІЇ

© Латик В.С., Балінський І.С., 2005

Виконано дослідження ефективності тепловіддачі сталевих панельних радіаторів за вільної та вимушеної конвекції. Встановлено, що ефективність тепловіддачі радіатора при вимушеній конвекції збільшується на 11–14 %.

Investigations of steel panel radiator heat returning efficiency at gravitas and forced convection were carried out. There are determined that efficiency of radiator heat returning at forced convection increases to 11–14 %.

Постановка проблеми. Збільшення тепловіддачі нагрівальних приладів систем водяного опалення за умови одночасного забезпечення комфортних умов в приміщеннях сприяє зменшенню потужності систем опалення. Важливе значення має використання нагрівальних приладів з малою тепловою інерцією, що покращує якість регулювання їхньої тепловіддачі.

Аналіз останніх досліджень. З теплотехнічного аспекту кращим вважають такий нагрівальний прилад, від якого віддається більша кількість теплоти в приміщення

$$\Psi = \frac{k_{np}}{P_{np}}, \text{ Вт/(кг } ^\circ\text{C)} \quad (1)$$

де k_{np} – коефіцієнт теплопередачі приладу, Вт/(м² °C); P_{np} – вага, віднесена до 1 м² поверхні нагрівального приладу, кг.

З урахуванням архітектурних вимог їхній об'єм повинен бути якнайменший при максимальному тепловому потоці [1].

Коефіцієнт теплопередачі нагрівальних приладів лежить в межах $k = 4,5 - 17$ Вт/(м²°C) [2]. Сталеві панельні радіатори відрізняються від чавунних меншою вагою та збільшеною випромінювальною здатністю (35–40 %) загального теплового потоку [3].

Основною величиною, що характеризує передавання теплоти від приладу в приміщення, є коефіцієнт теплопередавання нагрівального приладу, який обчислюється за відомою формулою

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{cnp}} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_e}}, \text{ Вт/(м}^2\text{ } ^\circ\text{C)} \quad (2)$$

де α_{cnp} , α_e – коефіцієнти теплосприйняття від теплоносія до стінок приладу і тепловіддачі від стінок в приміщення, Вт/(м² °C); δ – товщина стінки приладу, м; λ – коефіцієнт теплопровідності матеріалу з якого виготовлений прилад, Вт/(м °C).

Враховуючи, що коефіцієнт теплопровідності металу доволі високий (для сталі $\lambda = 57$ Вт/(м °C)), а товщина стінки приладу є невеликою (2–4 мм), термічний опір стінки є незначним. Коефіцієнти теплосприйняття і тепловіддачі коливаються в межах: $\alpha_{cnp} = 349-582$ Вт/(м² °C) – для води; $\alpha_{cnp} = 698-1163$ Вт/(м² °C) – для водяної пари; $\alpha_e = 4,65 - 14$ Вт/(м² °C) [4]. Отже, значення коефіцієнта теплопередачі приладу, передовсім, доцільно підвищувати, збільшуючи коефіцієнт

тепловіддачі нагрівального приладу. Зауважимо, що коефіцієнт тепловіддачі складається з коефіцієнтів тепловіддачі конвекцією та випромінюванням. Для того, щоб збільшити тепловіддачу випромінюванням, потрібно підвищувати температуру теплоносія. Але це не завжди можливо, тому що для більшості приміщень температура теплоносія, із санітарно-гігієнічних вимог, обмежується температурою 95 °С. Реально коефіцієнт тепловіддачі можна збільшити за рахунок збільшення швидкості обтікання повітрям поверхні приладу. Як відомо, більшість нагрівальних приладів працюють при вільній конвекції.

Мета досліджень. Метою цих досліджень є визначення коефіцієнтів теплопередачі сталевих панельних радіаторів при вільній та вимушеній конвекції і визначення оптимальних умов їхньої роботи.

Викладення основного матеріалу. Для дослідження нагрівального приладу з вільною та вимушеною конвекцією була використана установка з сталевим панельним радіатором типу РСГ2-1 (рис. 1).

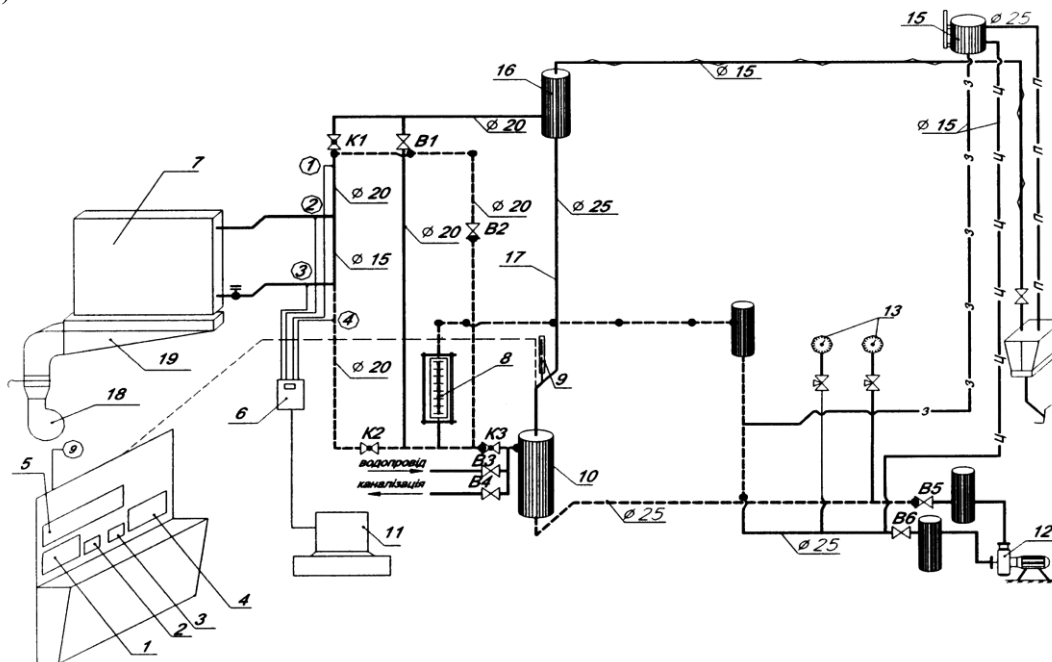


Рис. 1. Схема експериментальної установки: 1 – загальний вимикач установки; 2 – вимикач циркуляційної помпи; 3 – вимикач електрокотла; 4 – ватметр; 5 – автоматичний високоточний регулятор температури П770-3 (ВРТ); 6 – вторинний прилад для вимірювання температури; 7 – сталевий панельний радіатор; 8 – ротаметр; 9 – давач температури; 10 – електрокотел; 11 – комп’ютер; 12 – циркуляційна помпа типу “GRUNDFOS”; 13 – манометри; 14 – термометр ртутний; 15 – розширювальна посудина; 16 – вертикальний повітрязбірник; 17 – головний стояк; 18 – вентилятор; 19 – повітропровід рівномірної роздачі

Установка складається з однотрубного стояка із осьюою замикаючою ділянкою з сталевим панельним радіатором типу РСГ2-1 і краном регульовальним прохідним. Теплоносій (вода) нагрівався в електрокотлі. Охолоджена вода після приладу спрямовувалась в ротаметр поплавкового типу, в якому за допомогою вентилів встановлювалась і вимірювалась її витрата. Циркуляція води в системі створювалась циркуляційною помпою типу GRUNDFOS. Для влаштування конвективного каналу з двох сторін сталевого панельного радіатора були встановлені вертикальні перегородки. Температура теплоносія на виході з котла встановлювалась задавачем автоматичного регулятора температури типу ВРТ в межах 40–90 °С. Первинний давач цього регулятора встановлено в трубопроводі на виході з котла. Температура води на вході і виході з приладу вимірювалась за допомогою вторинного вимірювального приладу, сполученого з комп’ютером, а первинними давачами були опорові термометри. Для вимірювання температури повітря використовували ртутний термометр з ціною поділки 0,1 °С. Дослідження велись при вільній та вимушеній конвекції.

Плануючи експеримент, розглядали два фактори при вільній конвекції та три фактори при вимушеній: швидкість повітря в зарадіаторному каналі в діапазоні 0,5 – 2,5 м/с, температура води на вході в радіатор в діапазоні 50 – 90 °С і витрата води в діапазоні 60 – 110 кг/год. Температура повітря в приміщенні становила 18 °С. За таких умов було розроблено рівняння регресії, з якого випливає, що при вимушеній конвекції найбільший вплив на значення коефіцієнта теплопередачі має швидкість повітря, що омиває радіатор. Значно менший вплив має температура води і ще менше – витрата води через прилад. При вільній конвекції було досліджено 15 режимів роботи, а при вимушеній – 45 .

Коефіцієнт теплопередачі k , Вт/(м² °С) під час експериментів розраховували за формулою:

$$k = \frac{G_{np} \cdot c(t_r - t_o)}{3,6 \cdot F_{np} \cdot \left(\frac{t_r + t_o}{2} - t_e\right)}, \text{ Вт/(м}^2 \text{ °С)} \quad (3)$$

де G_{np} – витрата води (теплоносія) через прилад, кг/год; c – питома теплоємність води, $c = 4,187$ кДж/(кг °С); t_r , t_o – температура теплоносія на вході і виході з нагрівального приладу, °С; t_e – температура повітря в приміщенні, °С; F_{np} – розрахункова поверхня нагрівального приладу (для приладу типу РСГ 2-1, $F_{np} = 1,28$ м²).

В результаті експериментальних досліджень при вільній та вимушеній конвекції за (3) було визначено коефіцієнти теплопередавання радіатора та побудовані графічні залежності, які наведені на рис. 2 і 3. На рис. 2 наведено залежності коефіцієнта теплопередачі панельного радіатора від температури і витрати води при вільній конвекції. З рисунка видно, що коефіцієнт теплопередавання мало змінюється при зміні витрати води через прилад, а більше змінюється при зміні температури води. Його значення лежить в межах $k = 9 - 11,7$ Вт/(м² °С). На рис. 3 наведено залежності зміни коефіцієнта теплопередачі нагрівального приладу від температури, витрати води і повітря при вимушеній конвекції. З рисунка видно, що при створенні вимушеної конвекції, тобто при обдуванні поверхні радіатора повітрям за допомогою вентилятора коефіцієнт теплопередавання збільшився в середньому на 11 – 14 % залежно від різних умов. Значення коефіцієнта теплопередачі змінювалося в межах 10 – 15 Вт/(м² °С).

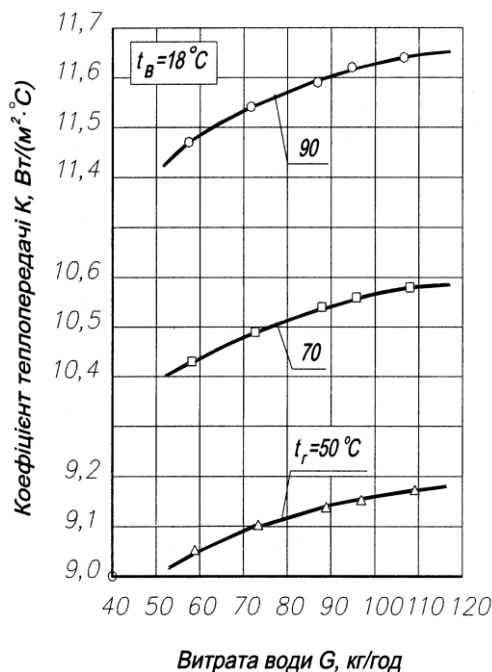


Рис. 2. Коефіцієнт теплопередавання нагрівального приладу при вільній конвекції

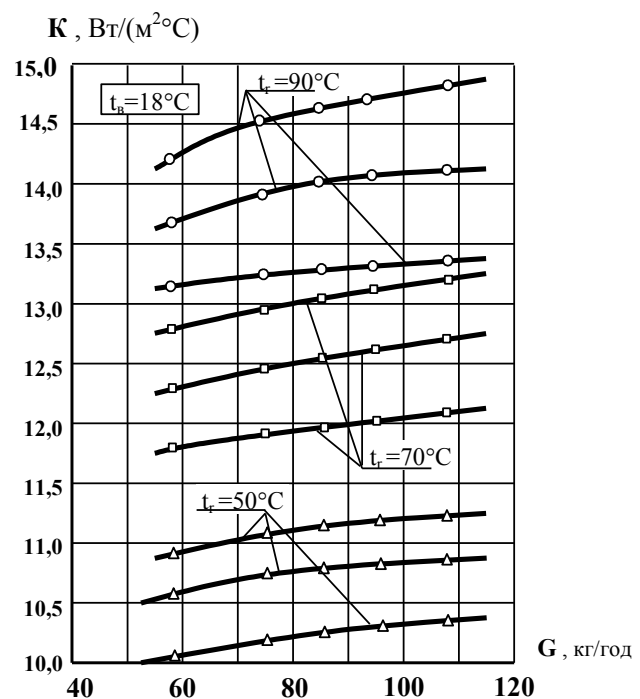


Рис.3. Коефіцієнт теплопередавання нагрівального приладу при вимушеній конвекції

—○— $V = 2,5$ м/с
—□— $V = 2,5$ м/с
—△— $V = 2,5$ м/с

Висновки. В результаті виконаних досліджень було отримано коефіцієнти теплопередачі сталевих панельних радіаторів при вільній та вимушеній конвекції в діапазоні зміни температури на вході в прилад 50–90 °С, витрати води 60–110 кг/год, швидкості повітря в конвективному каналі 0,5–2,5 м/с. За вимушеної конвекції коефіцієнт теплопередавання приладу залежно від різних умов збільшується на 11–14 %.

1. Пирков В.В. *Особливості проектування сучасних систем водяного опалення.* – К., 2003
2. Жуковський С.С., Лабай В.Й. *Системи енергопостачання і забезпечення мікроклімату будинків та споруд. Навч. посібник.* – Львів, 2000. 3. Богословский В.Н., Сканава А.Н. *Отопление.* – М., 1991.
4. *Визначення коефіцієнтів затікання води в нагрівальні прилади. Визначення коефіцієнтів теплопередачі нагрівальних приладів: Інструкції до лабораторних робіт з курсу “Опалення” для студентів спеціальності 7.091108 “Теплогазопостачання і вентиляція / Укл. В.С. Латик – Львів, 2003.*

УДК 666.965.2

І.В. Мельник, В.М. Сорохтей, О.Я. Ходзінський
Національний університет “Львівська політехніка”,

МІЦНІСТЬ І ДЕФОРМАТИВНІСТЬ БЕТОННИХ СТИСНУТИХ ЕЛЕМЕНТІВ, ПІДСИЛЕНИХ ТКАНИНАМИ З ВУГЛЕЦЕВИХ ВОЛОКОН

© Мельник І.В., Сорохтей В.М., Ходзінський О.Я., 2005

Подано результати експериментальних порівняльних досліджень бетонних кубів і призм, підсилених приклеюванням до їхніх поверхонь високоміцних тканин з вуглецевих волокон.

The results of experimental comparative researches of concrete cubes are given at the prisms and cubes of strengthened by gluing to their surfaces on the base of carbon fibres.

Мета досліджень. В практиці підсилення будівельних конструкцій все частіше використовують композитні матеріали на базі арамідних, скляних та вуглецевих волокон. Найбільше це стосується згинаних залізобетонних елементів: плит, балок, ригелів тощо. Набагато менше досліджені зміцнені композитами стиснуті бетонні елементи [1, 2, 3, 4], для підсилення яких традиційно використовують матеріало- і трудомісткі металеві та залізобетонні обойми і сорочки. Під час цих досліджень ставили за мету на підставі порівняльних випробувань непідсилених та підсилених кубів і призм виявити технологічність та ефективність їхнього підсилення композитними конструкційними матеріалами з вуглецевих волокон, приклеєних до бетонних поверхонь елементів високоміцним клеєм.

Описання експериментальних досліджень. За базові зразки було прийнято куби і призми стандартних розмірів, на яких визначають міцнісні і деформативні властивості бетону.

Куби з розміром ребра 10 см і призми розмірами 10×10×40 см виготовляли на Львівському заводі будівельних виробів. Для приготування бетонної суміші дослідних зразків використали портландцемент марки М500, щебінь фракції 5–20 мм і пісок середньої крупності. Щоб пришвидшити твердіння, здійснювали термічну обробку бетону за режимом 2–4–7–3 години.

Конструкція дослідних підсилених зразків призм і кубів подана на рис. 1 і рис. 2.

Для підсилення кубів і призм використовували клей СФК Sika Dur 30 і високоміцну тканину Sika Wrap з вуглецевих волокон (мати виробництва швейцарської фірми Sika) з такими характеристиками: розривна міцність 3500...3900 МПа, модуль пружності (230...240)×10⁴ МПа, товщина 0,13 мм. Перед приклеюванням тканини поверхні бетону репрофілювали і “знімали” кути наждачним каменем до катета 2...3 мм.