

В.С. Латик, Т.Т. Макаревич  
Національний університет “Львівська політехніка”,  
кафедра теплогазопостачання та вентиляції

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОВІДДАЧІ КОНВЕКТОРА ТИПУ “КОМФОРТ-20” ЗА ВІЛЬНОЇ І ВИМУШЕНОЇ КОНВЕКЦІЇ

© Латик В.С., Макаревич Т.Т., 2007

**Проведено аналіз та експериментальні дослідження з визначення коефіцієнтів теплопередачі конвектора за вільної та вимушеної конвекції. Встановлено, що використання вентиляторних конвекторів в системах водяного опалення є економічно доцільно. Отримані графічні залежності коефіцієнтів теплопередачі конвектора “Комфорт-20” в умовах вільної та вимушеної конвекції.**

**Analysis and experimental investigations concerning convector heat transfer coefficients determination at natural and forced convection has been carried out. It has been determined that ventilator convector using in water heating systems is profitable. Charts of convector “Comfort-20” heat transfer coefficients at natural and forced convection are obtained.**

**Постановка проблеми.** Енергоспоживання системами забезпечення мікроклімату залежить від ефективності отримання теплоти та передачі її в приміщення. Зокрема, в системах водяного опалення тепловіддача нагрівальних приладів залежить від матеріалу, конструктивних рішень, розташування в приміщеннях, температури і швидкості руху теплоносія та швидкості обтікання їх внутрішнім повітрям.

**Аналіз останніх досліджень.** Передача теплоти від нагрівальних приладів в приміщення може відбуватися конвекцією, випромінюванням, а також одночасно як конвекцією, так і випромінюванням.

Зокрема, в системах опалення з конвекторами близько 80 % теплоти передається конвекцією [1]. Зауважимо, що за конвективного та конвективно-радіаційного опалення, температура повітря біля стелі в зоні розміщення приладу є вищою за температуру поверхні решти частини стелі та середньої температури повітря в приміщенні. Особливістю конверторного опалення є також те, що біля підлоги створюється зона, в якій відбувається циркуляція повітря незалежно від решти об'єму приміщення. Межею цієї зони є горизонтальна площина, що збігається з низом конвектора. Тому конвектори доцільно розташовувати якомога ближче до поверхні підлоги, але з врахуванням можливості доступу повітря до нагрівача конвектора. Вирівнювання температури у цій зоні проходитиме за рахунок променистого теплообміну між підлогою та рештою поверхнями в приміщенні. Отже, системи опалення з конвекторами можуть забезпечити рівномірне прогрівання повітря в приміщеннях.

До опалювальних приладів висувають багато вимог, за якими їх класифікують та аналізують ступінь досконалості. Одним із найважливіших критеріїв їх оцінки є теплотехнічна характеристика, тобто, яку максимальну тепловіддачу може забезпечити нагрівальний прилад з одиниці тепловіддаючої поверхні [2].

Найпростіший спосіб покращити теплотехнічні характеристики, зокрема конвекторів, – це розробка приладів з високим кожухом, що не завжди є можливим. Тому у світовій практиці намітилась тенденція щодо розробки вентиляторних конвекторів. Регулювання тепловіддачі таких приладів можна проводити в широкому діапазоні зміною витрати повітря, не порушуючи гідравлічної стійкості системи. Вентиляторний конвектор значно легший (у 2–3 рази) від звичайного з розрахунку на 1 кВт передачі теплоти. Крім того, вентиляторні конвектори можна використати і для охолодження приміщень в літній період, пропускаючи через них холодну воду.

З точки зору енергозощадження важливе значення має також теплова інерційність як опалювальних систем загалом, так і нагрівальних приладів зокрема. Сьогодні інтенсивно впроваджуються терморегулювальні пристрої, які уможливають автоматично підтримувати комфортні умови в приміщеннях залежно від впливу як внутрішніх, так і зовнішніх факторів.

Аналіз показує, що чим більша маса нагрівальних приладів та маса води в них, тим більша кількість непродуктивної теплоти повинна подаватись в приміщення. Мала теплова інерція конвекторів дає змогу їх застосовувати в системах опалення з автоматичним регулюванням.

Отже, порівняно невисокі теплотехнічні показники конвекторів можна покращати, застосовуючи вимушену конвекцію під час обігання їх внутрішнім повітрям; використання вентилятора в конструкції конвектора перешкоджає відкладенню пилу на поверхні нагрівального елемента; температура поверхні кожуха конвектора залишається в межах допустимої навіть за використання теплоносіїв з підвищеними параметрами; мала металомісткість таких конвекторів дає можливість використовувати кольорові метали для їх виготовлення, що підвищує їх теплотехнічні показники; враховуючи, що промениста складова в таких приладах практично відсутня, тому їх можливо встановлювати за різними декоративними конструкціями; недоліком їх є вартість встановлених вентиляторів та вартість спожитої електроенергії.

**Завдання досліджень.** Мета роботи – отримати графічні залежності коефіцієнтів теплопередачі конвектора „Комфорт-20” в умовах вільної та вимушеної конвекції.

**Викладення основного матеріалу.** Для проведення теплотехнічних досліджень конвектора „Комфорт-20” розроблено і змонтовано експериментальну установку (рис. 1).

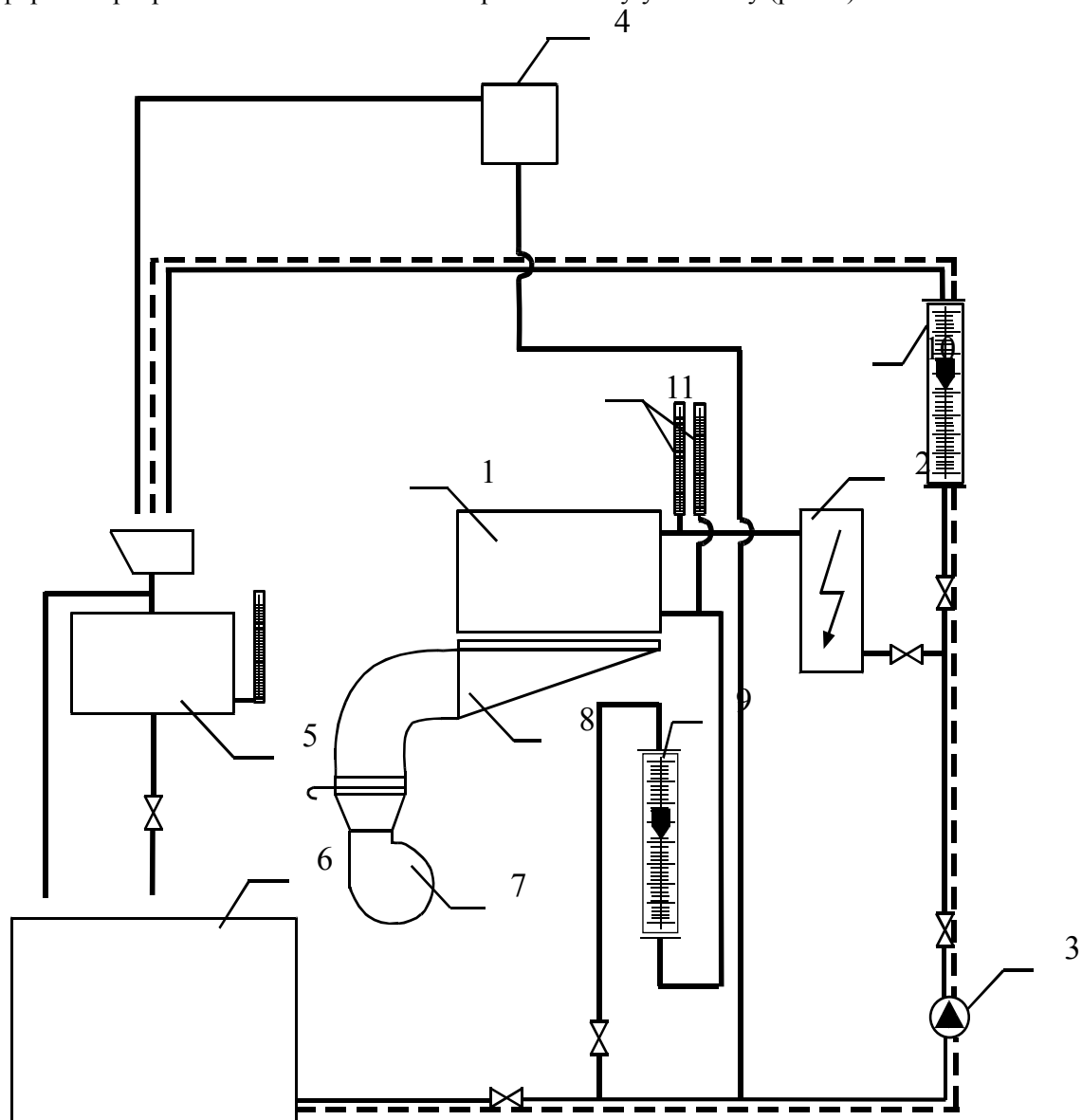


Рис. 1. Схема експериментальної установки: 1 – конвектор; 2 – електрокотел; 3 – циркуляційна помпа; 4 – розширювальна посудина; 5 – мірний бачок; 6 – основний бак; 7 – вентилятор; 8 – повітропровід рівномірної роздачі; 9,10 – ротаметри; 11 – термометр

Конвектор розміщений на висоті 1 м від підлоги з метою зменшення можливої похибки під час проведення експериментальних досліджень, яку можуть спричинити потоки холодного повітря біля підлоги. Для заміру температур використовувались лабораторні термометри з ціною поділки 0,1 °С. Температура повітря в приміщенні вимірювалась на висоті 1 і 2 м від рівня підлоги. Дослідження проводились за витрат води 40–160 кг/год в інтервалі температур 40–90 °С. Витрата води встановлювалась і вимірювалась за допомогою ротаметра, який попередньо був протарований на цій установці. Під час проведення досліджень для визначення коефіцієнта теплопередачі конвектора за вимушеної конвекції, крім витрати і температури води, температури повітря в приміщенні вимірювалась витрата і температура повітря у вентиляційному каналі на виході з конвектора.

Планування експерименту проводилось для умов вільної та вимушеної конвекції. В умовах вільної конвекції розглядалися два фактори (температура і витрата теплоносія), а в умовах вимушеної – три (температура, витрата теплоносія та швидкість руху повітря через конвектор). За вільної конвекції було проведено дев'ять режимів, а за вимушеної – 27. Коефіцієнт теплопередачі конвектора вираховували за формулою [3]

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

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;  $t_s$  – температура повітря в приміщенні, °С;  $F_{np}$  – розрахункова поверхня нагрівального приладу (для конвектора „Комфорт-20”,  $F_{np} = 1,42$  м<sup>2</sup>).

На рис. 2 зображено графічні залежності коефіцієнта теплопередачі конвектора „Комфорт-20” за вільної конвекції, а на рис. 3 – за вимушеної конвекції.

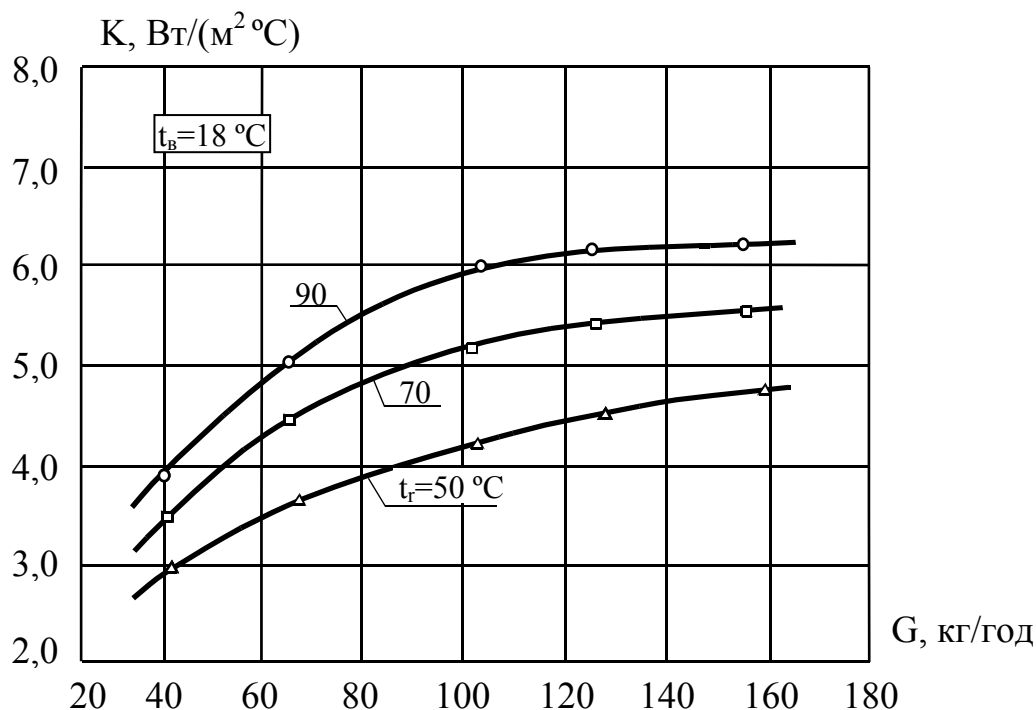
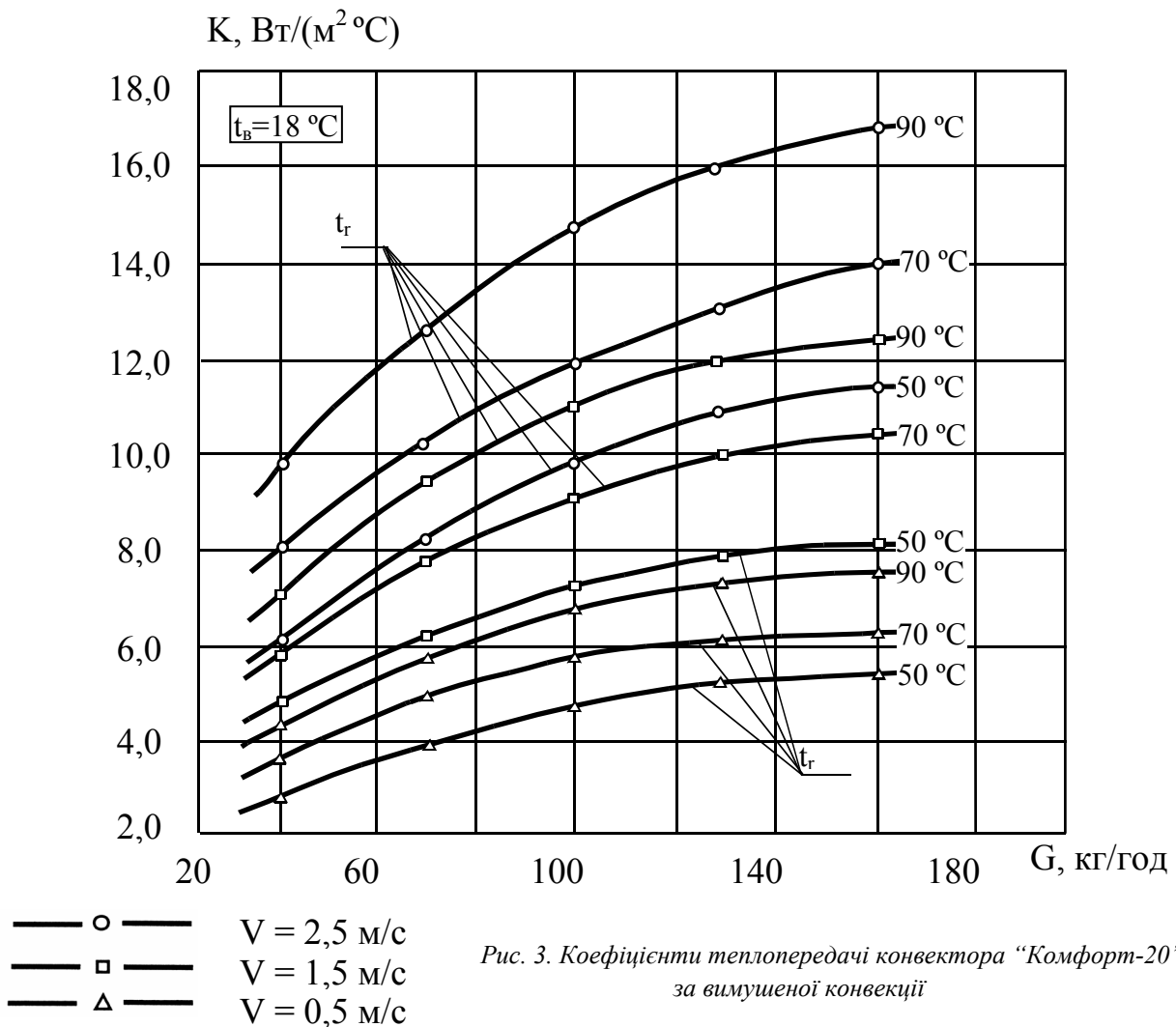


Рис. 2. Коефіцієнти теплопередачі конвектора „Комфорт-20” за вільної конвекції



*Рис. 3. Коефіцієнти теплопередачі конвектора “Комфорт-20” за вимушеної конвекції*

З рис. 2 бачимо, що за збільшення температури теплоносія від 50 до 90 °C і витрати від 40 до 160 кг/год коефіцієнт теплопередачі збільшився з 2,9 до 6,3 Вт/(м<sup>2</sup> · °C). З графічних залежностей, показаних на рис. 3, бачимо, що за збільшення швидкості руху повітря через конвектор до 2,5 м/с коефіцієнт теплопередачі за аналогічного підвищення температури і швидкості руху теплоносія коефіцієнт теплопередачі конвектора збільшився у 2,3 – 2,6 раза.

**Висновки.** Внаслідок проведених досліджень отримано графічні залежності коефіцієнтів теплопередачі конвектора „Комфорт-20” в умовах вільної і вимушеної конвекції за зміни температури теплоносія від 50 до 90 °C і його витрати 40–160 кг/год та швидкості руху повітря через конвектор до 2,5 м/с. За вільної конвекції коефіцієнт теплопередачі змінювався в межах 2,9–6,3 Вт/(м<sup>2</sup> · °C), а в умовах вимушеної конвекції за аналогічного підвищення температури і швидкості руху теплоносія коефіцієнта теплопередачі збільшився до 16,8 Вт/(м<sup>2</sup> · °C). Крім того, встановлено, що використання вентилятора в конструкції конвектора перешкоджає відкладенню пилу на його поверхні, доцільність використання теплоносіїв з підвищеними параметрами.

1. Богословский В.Н., Сканава А.Н. *Отопление: Учебник для вузов.* – М.: Стройиздат, 1991 – 735 с. 2. Жуковський С.С., Лабай В.Й. *Системи енергопостачання і забезпечення мікроклімату будинків та споруд: Навч. посібник для ВЗО.* – Львів: Астрономо-геодезичне товариство, 2000 – 259 с. 3. *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: Видавництво Національного університету “Львівська політехніка”, 2003. – 16 с.