

потребує встановлення краплеуловлювачів при створенні апаратів, розрахованих на великі швидкості руху повітря.

### Список літератури

1. Богословский В.Н., Поз М.Я. Теплофизика аппаратов утилизации тепла систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. – М.: Стройиздат, 1983. – 319 с.
2. Теплообменники для утилизации тепла уходящих газов //Сумитото дзикинай ико, Нснп.Ров 1985, 33, №99. – (яп).
3. Даракчиев Р.Д., Конев Н.Н. Пасхалев Г.П., Истаткова Е.П. Исследование возможности интенсификации контактных экономайзеров при помощи новых высокоэффективных насадок //Теплоэнергетика. – 1985. – № 3. – с. 71–73.
4. Берман Л.Д. Определение средней разности энтальпий воздуха и воды при расчете градирен и мокрых кондиционеров //Холодильная техника. – 1960. – №1. – с. 34–37.
5. Бакластов А.М., Горбенко В.А., Удыма П.Г. Проектирование, монтаж и эксплуатация тепломассообменных установок. – М.: Энергоиздат, 1981. – 330 с.
6. Утилизация низкопотенциальных тепловых ресурсов на химических предприятиях /В.Г.Григорьев, В.К.Нейман, С.Д.Чураков и др. – М.: Химия, 1987. – 240 с.

УДК 536.34

**Е.С.Малкін**, доктор технічних наук, професор

**П.М.Гламаздін**, доцент

Київський національний університет будівництва і архітектури

### НОВІ ТЕНДЕНЦІЇ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОПАЛЮВАЛЬНИХ ПРИЛАДІВ

*Розглянуто аналіз процесів теплообміну сучасних опалювальних приладів. Для забезпечення можливості коректного порівняння приладів при близьких характеристиках запропоновано порівняти їх за здатністю забезпечувати мінімальне розрегулювання системи опалення на протяжії опалювального сезону та роботу системи при найбільш економічному графіку температур теплоносія.*

*Показано, що найбільш перспективними приладами є такі, що суміщують особливості радіаторів і конвекторів.*

Аналіз різноманітних конструкцій опалювальних приладів різних фірм, які є на ринку України [1], показує, що з точки зору механізму теплообміну всі вони поділяються на три основні класи:

- радіатори;
- конвектори;
- прилади із змішаним типом теплообміну.

Останній тип з'явився у зв'язку з тим, що два перші класичні типи опалювальних приладів фактично вичерпали можливості подальшого вдосконалення. Пошуки шляхів інтенсифікації теплообміну йдуть у різних напрямках. По–перше, це використання нових матеріалів і їх комбінацій. Наприклад, використання в конвекторах ребер з алюмінію по мідній трубі фірми “Radiator” (Польща) або виготовлення секційних опалювальних приладів з алюмінію (цілий ряд італійських виробників) і біметалевих з алюмінію та внутрішньою вставкою зі сталі вітчизняного виробника ПК “Прес”. По–друге, це конструктивне поєднання основних ознак опалювальних приладів першого та другого класів. Наприклад, конвектори, заключені у корпус (фірма Radiator) або литі секційні радіатори “Calidor” із розвиненим оребренням фірми “Fondital”, дуже поширені на українському ринку. І нарешті, є третій шлях, коли організовується примусовий регульований рух повітря крізь оребрення конвекторів (фірми “Campmann”) або через сталеві панельні радіатори (фірми Rettig Heating), які стають вже фактично опалювально–вентиляційними агрегатами, але їх ми не будемо розглядати.

Теплотехнічні характеристики опалювальних пристроїв різних конструкцій третього класу досить близькі між собою і споживачеві складно вибрати потрібний йому прилад. Не вдаючись у кваліметричний аналіз особливостей опалювальних приладів різних фірм (який дає змогу порівнювати між собою технічні вироби за не пов'язаними між собою характеристиками, наприклад, дизайнерськими якостями, строком експлуатації, вартістю та іншим), можна провести суто теплотехнічний аналіз якості конструкцій опалювальних, порівнюючи їх за спроможністю

забезпечення мінімального розрегулювання системи опалення на протязі опалювального сезону та роботу системи при найбільш економічному графіку температур теплоносія. На необхідність аналізу саме цих характеристик опалювальних приладів звертали увагу ще в 60-ті роки [2]. Проте в той час такий аналіз був ще в деякій мірі передчасний, оскільки самі системи тепlopостачання не були досить гнучкими і їх було важко регулювати. Сьогодні техніка регулювання в системах тепlopостачання далеко пішла від рівня 60-х років за рахунок застосування погодних регуляторів та термостатованих вентилів, тому саме зараз підняте питання стає актуальним.

Оскільки піднята проблема широко не висвітлена у літературі, зупинимось на ній більш детально.

Коефіцієнт теплопередачі опалювального приладу можна знайти з відомої формули [3]:

$$K = A(t_{\text{ср.пр}} - t_{\text{пов}})^m, \quad (1)$$

де  $t_{\text{ср.пр}}$  – середня температура води у приладі, °С;

$$t_{\text{ср}} = \frac{t_{\text{вх}} + t_{\text{вих}}}{2},$$

$t_{\text{вх}}$  – температура води на вході в прилад, °С;

$t_{\text{вих}}$  – температура води на виході з приладу, °С;

$A$  та  $m$  – сталі.

Показнику степеня  $m$  у формулі (1) до сьогодні не приділяється достатньої уваги. Між іншим, цей показник є однією з найважливіших характеристик економічності та ефективності роботи як нагрівальних приладів, так і систем опалення в цілому.

Зазвичай розрахунок опалювальних приладів проводять на розрахункові параметри теплоносія при розрахунковій для системи опалення температурі зовнішнього повітря. Проте зі зміною параметрів теплоносія відповідно до зміни параметрів зовнішнього повітря при незмінній температурі повітря у приміщенні тепловіддача приладів з різним показником  $m$  змінюється по-різному. На рисунку 1 показано, що при температурах, нижчих за розрахункові, тепловіддача приладу з більшим показником степеня  $m$  падає

$$K_{\text{відн}} = \frac{K}{K_{\text{розр}}} \cdot 100\%$$

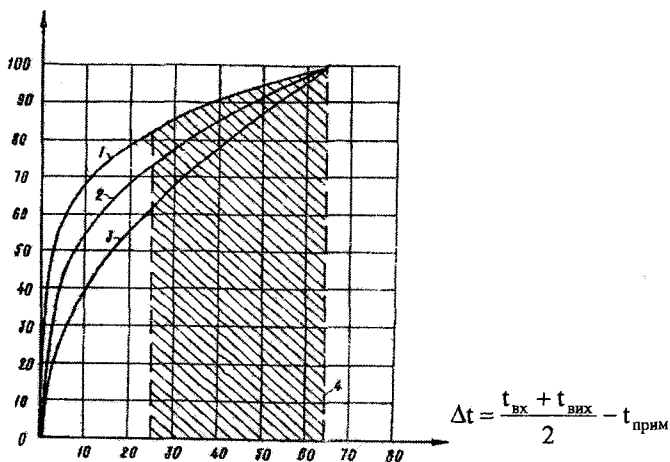


Рис. 1. Залежність коефіцієнта теплопередачі  $K$  від  $\Delta t$  для різних типів опалювальних приладів:

- 1 – панельні радіатори ( $n = 0,2$ );
- 2 – чавунні секційні радіатори ( $n = 0,32$ );
- 3 – підвіконні конвектори ( $n = 0,5$ );
- 4 – розрахункова різниця температур.

Штрихована зона – це діапазон  $\Delta t$  на протязі опалювального сезону

більш круто порівняно з приладом, що має менший степінь  $m$ . Таким чином, для забезпечення однакової тепловіддачі приладу з більшим  $m$  потрібна більш висока температура теплоносія, що призводить до перевитрат у системах тепlopостачання та опалення. Тобто прилади з найменшим показником  $m$  є найбільш ефективними з цієї точки зору.

Аналогічне положення із впливом показника  $m$  на величину розрегулювання однотрубних систем опалення на протязі опалювального сезону. При використанні однотрубних систем опалення, де температура наступних приладів залежить від тепловіддачі попередніх приладів для ліквідації розрегулювання системи по довжині стояка чи магістралі (для горизонтальних систем) при змінах температур зовнішнього повітря і теплоносія необхідний збіг значень показників степеня при різниці

температур, що характеризують процес теплопередачі крізь огорожуючі конструкції та опалювального приладу. З урахуванням (1) густину теплового потоку можна обчислити за такою формулою:

$$q = k \times \Delta t = A \times \Delta t^{1+m} \quad (2)$$

Таким чином, за цим показником також перевагу мають прилади з найменшим  $m$ .

В ідеальному випадку, якщо припустити, що коефіцієнт теплопередачі огорожуючих конструкцій будинків і споруд можна вважати сталим, то найкращим опалювальним приладом буде такий, що має  $m=0$  (рис. 2).

$$Q_{\text{відн}} = \frac{Q}{Q_{\text{розр}}} \cdot 100\%$$

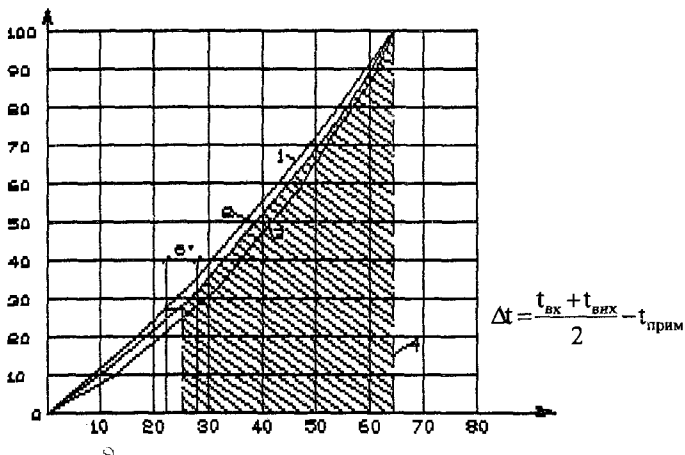


Рис. 2. Залежність тепловіддачі  $Q$  від  $\Delta t$  для різних типів опалювальних приладів:  
 1 – панельні радіатори ( $m = 0,2$ );  
 2 – чавунні секційні радіатори ( $m = 0,32$ );  
 3 – підвіконні конвектори ( $m = 0,5$ );  
 4 – розрахункова різниця температур.  
 Штрихована зона - це діапазон  $\Delta t$  на протязі опалювального сезону для чавунних радіаторів.

Нижче наведено дані за показником степеня  $m$  для різних приладів.

Таблиця 1

Тип приладу	$m$
Конвектори плінтусні з невеликим оребрением	0,2
Сталеві панельні радіатори	0,2 – 0,25
Чавуні секційні радіатори	0,25 – 0,32
Конвектори з корпусами	0,35 – 0,5

Іншими показниками, що характеризують теплотехнічну якість опалювальних приладів, є питома тепловіддача на одиницю ваги кВт/кг, а також довжина приладу, що забезпечує передачу 1 кВт потужності м/кВт.

Чисельні показники цих величин для основних типів приладів наведено в таблиці 2.

Таблиця 2

Номер пор.	Тип приладу	Довжина приладу на 1 кВт потужності, м/кВт	Питома тепловіддача металу, кВт/кг
1	Плінтусні конвектори	0,6÷0,9	0,07÷0,085
2	Сталеві панельні радіатори	0,5÷0,98	0,083
3	Чавунні радіатори	0,645	0,041
4	Біметалеві радіатори "Прес"	0,7÷1,05	0,094

Все вищевикладене обґрунтовує тенденції розвитку вітчизняного та зарубіжного опалювального приладобудування; тобто поєднання переваг панельних радіаторів (високі санітарно-гігієнічні та естетичні показники, невеликі значення показника степеня  $m$ , мала глибина, технологічність виготовлення тощо) та конвекторів з корпусами (мала інерційність, висока питома тепловіддача металу, можливість досягнення великої тепловіддачі з одиниці довжини приладу, здатність витримувати великі тиски тощо) в одному приладі.

Прикладом такого підходу є алюмінієвий литий радіатор “Calidor” італійської фірми “Fondital”. Використання алюмінію як конструкційного матеріалу дало змогу розвинути поверхню тепловіддачі за рахунок вертикального оребрення і таким чином поєднати плюси секційних радіаторів з перевагами конвекторів. Таким самим шляхом пішли спеціалісти української фірми “Прес”, італійської “Jolly” та інших. Крім того, застосування алюмінію як конструкційного матеріалу дало змогу зробити форму колонок такою, що зовнішня поверхня радіатора стає майже суцільною площиною, що дає змогу підвищити площу випромінювання приладу. При використанні чавуну для виготовлення радіаторів добитись такого ефекту не вдається, хоч фірми виробники і прагнуть досягнути такої мети (фірми “Viadrus” з Чехії, “Plamen International” з Хорватії та інші). Подальший розвиток цього напрямку, що має полягати в збільшенні ступеня оребрення та зменшенні питомих показників кВт/кг або м/кВт, буде стримуватись можливостями не тільки конструкційних матеріалів, а вже особливостями самої технології їх виготовлення – литва. Отже, подальший шлях удосконалення конструкції – це пошук серед інших засобів нових технологій виготовлення опалювальних приладів.

### Список літератури

1. Ральчук І., Рудницький А., Осьмак В. Опалювальні прилади в Україні. М – т, № 5, 2000.
2. **Временные технические условия на проектирование, монтаж и эксплуатацию систем центрального отопления со стальными штампованными сварными радиаторами панельного типа с тыльным подключением СН 258 – 63.** М. – 1964.
3. **Богословский В.Н., Сканави А.Н.** Отопление. – М.: Стройиздат, 1991. – 735 с.