

УДК 697.4

**О. Ю. Михайловська, асп.,**  
**В. А. Ткаченко, доцент**  
Київський національний  
університет будівництва  
і архітектури

## **ОЦІНКА ГІДРАВЛІЧНОЇ СТАЛОСТІ ПРИЛАДНИХ ВУЗЛІВ ОДНОТРУБНИХ СИСТЕМ ВОДЯНОГО ОПАЛЕННЯ**

Незважаючи на високий рівень розвитку опалювальної техніки та впровадження нових технологій і рішень із закордону, енергетична криза в Україні вимагає розробки засобів автоматичного регулювання теплопродуктивності водяних систем опалення, зокрема однотрубних, якими обладнана значна кількість багатоповерхових будинків. За оцінками спеціалістів впровадження засобів автоматичного регулювання може дати значну (до 20%) економію теплової енергії.

Аналіз спеціалізованих видань з цього питання показав, що для систем водяного опалення: двотрубних, однотрубних з кранами подвійного регулювання (КДР) та для систем з одномісцевим приєднанням опалювальних приладів вже існують певні рекомендації та розробки, що передбачають установку регулюючих пристроїв з термостатичними головками.

Для однотрубних систем опалення з триходовими регулюючими кранами (КРТ), якими за останніми підрахунками обладнано понад 1/3 житлового фонду, таких розробок ще не існує. Пропоновані термостатичні клапани закордонних фірм не можуть бути застосовані для вітчизняних систем опалення внаслідок значного гідравлічного опору та відмінностей характеристик і принципів схем систем опалення.

Ці відмінності можуть викликати гідравлічне розрегулювання системи, якщо не вжити відповідних заходів. По-перше, регулюючий орган повинен забезпечувати гідравлічну сталість як приладних вузлів, так і стояків; по-друге, реконструкція вузлів приєднання опалювальних приладів діючих однотрубних систем водяного опалення з КРТ повинна виконуватись без суттєвої зміни конструкції самих вузлів.

Відомо, що на відміну від двотрубних, однотрубні системи водяного опалення відрізняються малою гідравлічною сталістю, що при відповідних умовах може призвести до гідравлічного і теплового розрегулювання. Тому з метою виявлення характеристик систем опалення і можливих принципів регулювання, нами було проведено аналіз існуючих приладових вузлів однотрубних систем водяного опалення з триходовими кранами. На рис. 1 показана принципова схема вузла приєднання опалювального приладу з триходовим регулюючим клапаном.

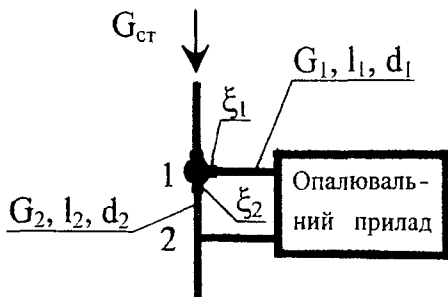


Рис. 1. Принципова схема вузла приєднання опалювального приладу з триходовим регулюючим клапаном:

$G_{ст}$ ,  $G_1$ ,  $G_2$  — витрати води у стояку, у відгалуженнях до опалювального приладу та у замикаючій ділянці;  $\xi_1$ ,  $\xi_2$  — місцевий опір клапана на поворот та на прямий прохід

Аналіз проводився за умови дотримання сталості загального опору вузла:

$$\Delta P_1 = \Delta P_2 = \text{const}, \quad (1)$$

де  $\Delta P_1 = S_1 a^2 G_{ст}^2$ ;  $\Delta P_1$  — втрати тиску при проході води через опалювальний прилад;  $\Delta P_2 = S_2 (1-a)^2 G_{ст}^2$ ;  $\Delta P_2$  — втрати тиску у замикаючій ділянці.

Після математичних перетворень отримано систему рівнянь у вигляді:

$$\begin{cases} \Delta P_1 = a^2 A_1 \left( 2 \frac{\lambda_1}{d_1} l_1 + \xi_{тр.відг.1} + \xi_{прил} + \xi_{тр.відг.2} + \xi_1 \right) G_{ст}^2; \\ \Delta P_2 = (1-a)^2 A_2 \left( \frac{\lambda_2}{d_2} l_2 + 2 \xi_{тр.прох} + \xi_2 \right) G_{ст}^2, \end{cases} \quad (2)$$

яка дає змогу обчислити значення коефіцієнтів гідравлічних опорів окремих елементів приладного вузла. Невідомими величинами у цій системі рівнянь є  $\xi_1$  та  $\xi_2$ . З системи рівнянь (2) видно, що  $\xi_1$  та  $\xi_2$  залежать від  $\alpha$  — коефіцієнта затікання води у опалювальний прилад. Значення  $\xi_1$  та  $\xi_2$  для триходових кранів наведено в [1] для  $\alpha = 1$  або  $\alpha = 0$ . Для випадків, коли  $0 < \alpha < 1$ , значення величин  $\xi_1$  та  $\xi_2$  відсутні. Для виявлення залежності гідравлічних опорів елементів вузла від режиму течії води та геометричних характеристик клапана нами обчислені можливі значення  $\xi_1$  та  $\xi_2$  за умови (1) з використання системи рівнянь (2). При цьому використані також залежності (3), (4) та (5), які були взяті з [1], де  $\xi_\phi$  та  $\varepsilon_0^{-\text{Re}}$  — допоміжні коефіцієнти, які можна знайти за даними [1].

$\text{Re} < 10^5$ , тоді

$$\xi \equiv \left[ \xi_\phi + \varepsilon_0^{-\text{Re}} \left( 1 + 0,707 \sqrt{1 - \frac{F_0}{F_1} - \frac{F_0}{F_1}} \right)^2 \right] \left( \frac{F_1}{F_0} \right)^2, \quad (3)$$

$$\text{де } \xi_\phi = \int_1 \left( \text{Re}, \frac{F_0}{F_1} \right); \quad (4) \quad \varepsilon_0^{-\text{Re}} = \int_2 (\text{Re}) \quad (5)$$

Графічне зображення отриманих залежностей наведено на рис. 2 для різних конструкцій приладових вузлів, де  $\xi_{\text{КРТ}} = f(\alpha)$ . З графіків можна зробити висновок, що найбільш гідравлічно неврівноваженим є вузол а), а гідравлічно врівноваженим — вузол в). Цей висновок зумовлено крутизною кривих  $\xi_1$  і  $\xi_2$  та схожістю їх конфігурацій. Якщо б при накладанні кривих  $\xi_1$  і  $\xi_2$  одна на одну вони б співпали, то можна було б говорити про гідравлічну врівноваженість вузла при будь-якому значенні величини  $\alpha$ . Крім того, розрахунки за наведеними вище формулами (2) за умови (1) показали, що гідравлічне розрегулювання для вузла конструкції а) (різниця між  $\xi_1$  і  $\xi_2$ ) становить 70%, а для вузла конструкції в) — 15%.

На підставі цього аналізу кафедраю теплогазопостачання і вентиляції КНУБА запропонована конструкція універсального КРТ з автоматичним регулюванням, який, на відміну від закордонних аналогів, має менший гідравлічний опір (рис. 3). Конструкцію клапана запатентовано [2]. Цей клапан у 3 рази дешевший за аналогічні зарубіжні зразки; має малий гідравлічний опір; забезпечує плавне регулювання подачі води у опалювальний прилад в діапазоні  $0 \leq \alpha \leq 1$ , з можливістю повного відключення опалювального приладу або подачі всієї води у опалювальний прилад. Конструкція клапана дає змогу залежно від конкретних умов забезпечувати відповідне регулювання без заміни елементів приладного вузла.

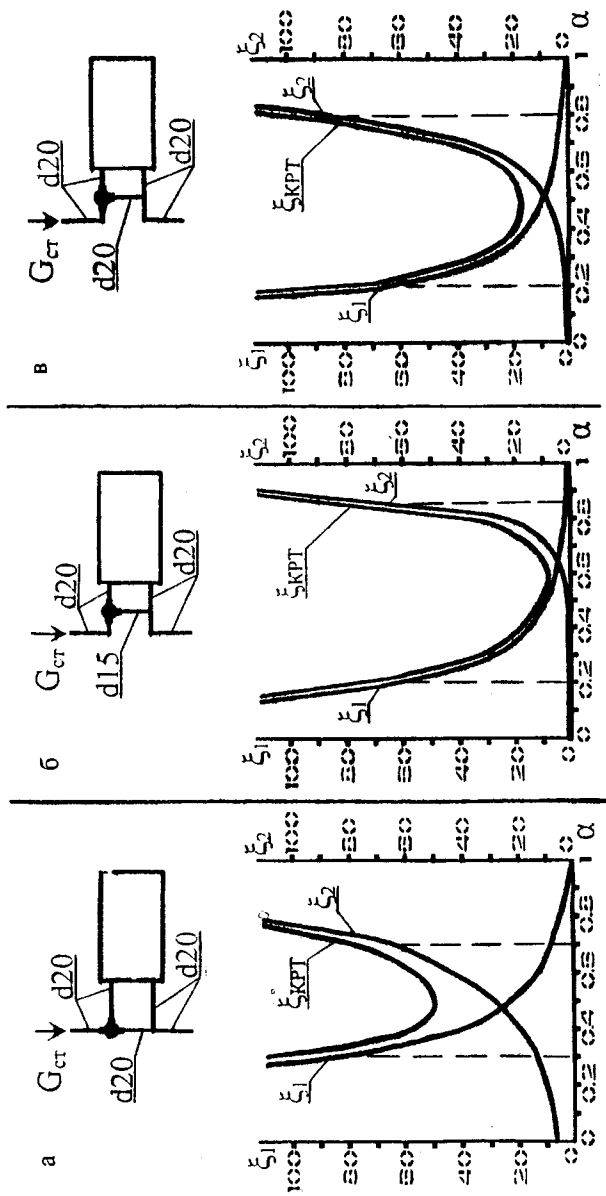
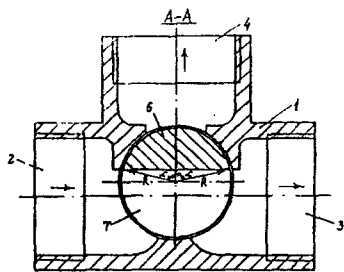
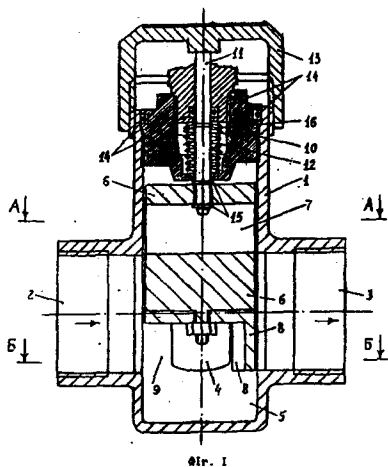
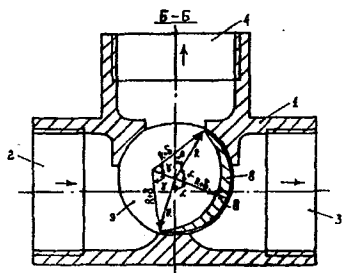


Рис. 2. Графіки залежності коефіцієнтів місцевих опорів триходового регулюючого клапана від коефіцієнта затікання води у опалювальний прилад.

$\xi_{kPТ}$  — загальний місцевий опір триходового регулюючого клапана



Фиг. 2



Фиг. 3

Рис. 3. Триходовий регулюючий клапан:

1 — корпус клапана; 2 — вхідний патрубок; 3, 4 — вихідні патрубки; 5 — приплив; 6 — циліндричний пробковий запорно-регулюючий орган; 7 — прохідний канал; 8 — з'ємний насадок; 9 — виріз; 10 — виконавчий механізм; 11 — шток; 12 — пружина; 13 — головка для автоматичного та ручного регулювання; 14 — утілення; 15 — фіксатор; 16 — упор

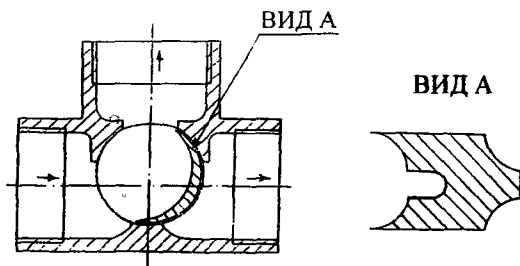


Рис. 4. Схема триходового регулюючого клапана та його робочий орган (вид А)

Головним недоліком наведеної конструкції є те, що даний клапан не завжди забезпечує умову сталості втрат тиску в елементах приладного вузла. З метою усунення цього недоліку кафедрою теплогазопостачання і вентиляції КНУБА було розроблено конструкцію триходового клапана з автоматичним регулюванням, яка забезпечує цю умову. Схема цієї конструкції показана на рис. 4.

Таким чином, проведений аналіз і наведені конструкції регулюючих клапанів дають змогу незначними матеріальними затратами здійснити реконструкцію існуючих однотрубних систем водяного опалення.

### **Використана література**

1. *Идельчик И. Е.* “Справочник по гидравлическим сопротивлениям” — М.—Л.: Госэнергоиздат, 1975 г. — 465 с.
2. А.с. № 99031213 (Україна). Триходовий регулюючий клапан. Потапов В. О., Михайловська О. Ю. — К., 1999.